



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0042696
(43) 공개일자 2017년04월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 15/89 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)
A61B 8/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 15/8929 (2013.01)
A61B 8/483 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7007020
(22) 출원일자(국제) 2015년08월18일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년03월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/045703
(87) 국제공개번호 WO 2016/028787
국제공개일자 2016년02월25일
(30) 우선권주장
62/038,602 2014년08월18일 미국(US)

(71) 출원인
마우이 이미징, 인코포레이티드
미국 캘리포니아 쉐니배일 슈트 107 지브랄타 드
라이브 256 (우: 94089)
(72) 발명자
칼, 조세프, 알.
미국 캘리포니아 쉐니배일 슈트 107 지브랄타 드
라이브 256 (우: 94089)
데이비스, 헨리
미국 캘리포니아 쉐니배일 슈트 107 지브랄타 드
라이브 256 (우: 94089)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

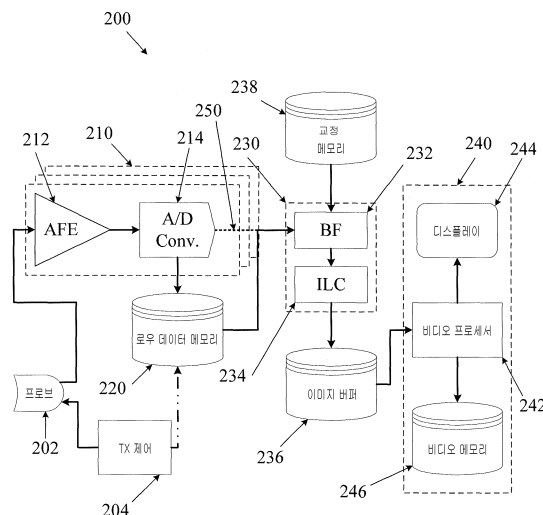
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 네트워크-기반 초음파 이미징 시스템

(57) 요약

다수의 피쳐들을 포함할 수 있는 네트워크-기반 초음파 이미징을 위한 시스템들 및 방법들이 제공된다. 일부 실시예들에서, 초음파 이미징 시스템은 3-차원 언포커싱된 핑(ping)들을 사용하여 오브젝트를 이미징하고 복수의 수신기 엘리먼트들로부터 디지털 샘플 세트들을 얻는다. 디지털 샘플 세트들의 서브-세트는 전자적으로 원격 서버에 전달될 수 있고, 여기서 서브-세트는 일련의 2-차원 이미지 프레임들을 생성하기 위하여 빔형성될 수 있다. 그 다음으로, 일련의 2-차원 이미지 프레임들로 만들어진 비디오 스트림은 원격 서버로부터 디스플레이 디바이스로 전달될 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

A61B 8/5207 (2013.01)

A61B 8/523 (2013.01)

A61B 8/565 (2013.01)

(72) 발명자

스미스, 데이비드

미국 캘리포니아 썬니배일 슈트 107 지브랄타 드라
이브 256 (우: 94089)

스펙트, 데이비드

미국 캘리포니아 썬니배일 슈트 107 지브랄타 드라
이브 256 (우: 94089)

레, 비엣, 남

미국 캘리포니아 썬니배일 슈트 107 지브랄타 드라
이브 256 (우: 94089)

맥카디, 랑, 제이.

미국 캘리포니아 썬니배일 슈트 107 지브랄타 드라
이브 256 (우: 94089)

디지오반니, 조셉, 2세

미국 캘리포니아 썬니배일 슈트 107 지브랄타 드라
이브 256 (우: 94089)

오스보른, 나단, 더블유.

미국 캘리포니아 썬니배일 슈트 107 지브랄타 드라
이브 256 (우: 94089)

리치, 브루스, 알.

미국 캘리포니아 썬니배일 슈트 107 지브랄타 드라
이브 256 (우: 94089)

명세서

청구범위

청구항 1

초음파 이미징 방법으로서,

데이터 캡처 디바이스의 프로브(probe) 내의 트랜스듀서 어레이의 송신기 엘리먼트로부터 오브젝트(object)로 언포커싱된(unfocused) 3-차원 핑(ping)을 송신하는 단계;

상기 트랜스듀서 어레이의 복수의 수신기 엘리먼트들을 사용하여 상기 언포커싱된 3-차원 핑의 에코(echo)들을 수신하는 단계;

상기 복수의 수신기 엘리먼트들 각각으로부터의 아날로그 신호들을 디지털 샘플 세트들의 전체 데이터세트(full dataset)로 변환하는 단계 - 상기 전체 데이터세트는 모든 수신기 엘리먼트들로부터의 디지털 샘플 세트들을 포함함 -;

상기 디지털 샘플 세트들의 서브-세트를 원격 서버에 전자적으로 전달하는 단계 - 상기 서브-세트는 상기 전체 데이터세트보다 더 적은 디지털 샘플들을 포함함 -;

일련의 2-차원 이미지 프레임들을 생성하기 위하여 상기 원격 서버에서 상기 디지털 샘플들의 서브-세트를 빔형성하는 단계; 및

상기 일련의 2-차원 이미지 프레임들로 만들어진 비디오 스트림을 상기 원격 서버로부터 디스플레이 디바이스로 전달하는 단계

를 포함하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

제어 신호에 대한 응답으로, 상기 전체 데이터세트를 상기 데이터 캡처 디바이스로부터 상기 원격 서버로 전달하는 단계 및 상기 원격 서버에서 상기 전체 데이터세트를 저장하는 단계를 포함하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 디지털 샘플 세트들의 상기 전체 데이터세트 중에서 선택된 이미징 윈도우(window)와 연관된 디지털 샘플들을 식별함으로써 상기 디지털 샘플들의 서브-세트에 포함할 디지털 샘플들을 결정하는 단계를 더 포함하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 디스플레이 디바이스는 상기 데이터 캡처 디바이스에 물리적으로 어태치(attach)되는,

초음파 이미징 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 디스플레이 디바이스는 상기 데이터 캡처 디바이스에 물리적으로 어태치되지 않는,

초음파 이미징 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 디스플레이 디바이스는 모바일 디바이스인,

초음파 이미징 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 프로브로부터 송신된 모든 펄스보다 적은 펄스에 대응하는 데이터 샘플들만을 선택함으로써 상기 디지털 샘플들의 서브-세트에 포함할 디지털 샘플들을 선택하는 단계를 더 포함하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 어레이의 모든 수신 엘리먼트들보다 적은 수신 엘리먼트들에 대응하는 데이터 샘플들만을 선택함으로써 상기 디지털 샘플들의 서브-세트에 포함할 디지털 샘플들을 선택하는 단계를 더 포함하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 어레이의 모든 수신 애퍼처(aperture)들보다 적은 수신 애퍼처들에 대응하는 데이터 샘플들만을 선택함으로써 상기 디지털 샘플들의 서브-세트에 포함할 디지털 샘플들을 선택하는 단계를 더 포함하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 10

네트워크-기반 이미징 시스템으로서,

데이터 캡처 디바이스 및 원격 서버 바이스를 포함하는데,

상기 데이터 캡처 디바이스는:

제 1 복수의 트랜스듀서 엘리먼트들로부터의 초음파 신호들을 송신하도록 구성된 송신 제어 전자장치를 포함하는 하우징;

송신된 초음파 신호들의 에코들을 수신하도록 구성된 수신 전자장치 - 상기 수신 전자장치는 상기 데이터 캡처 디바이스의 공통 하우징 내에 물리적으로 위치된 제 1 메모리 디바이스에 수신된 에코들을 전체 데이터세트로서 디지털화 및 저장하도록 추가로 구성됨 -; 및

상기 전체 데이터세트를 통신하도록 구성된 통신 전자장치

를 포함하고;

상기 원격 서버 디바이스는:

상기 데이터 캡처 디바이스의 상기 통신 전자장치에 의해 통신된 상기 디지털화된 에코들을 수신하도록 구성된 서버 통신 전자장치;

상기 원격 서버 디바이스에 의해 실행되고 그리고 상기 수신된 디지털화된 에코들을 연속적인 이미지 프레임들의 비디오 스트림으로 변환하도록 구성된 빔형성 소프트웨어;

상기 원격 서버 디바이스에 의해 실행되고 그리고 상기 비디오를 디스플레이 디바이스에 스트리밍(stream)하도

록 구성된 비디오 스트리밍 소프트웨어
를 포함하는,
네트워크-기반 이미징 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 디스플레이 디바이스는:

상기 디스플레이 디바이스에 의해 실행되고 하나 또는 그 초과인 빔형성 또는 비디오 스트리밍 파라미터들을 제어하기 위해 사용자 입력들을 수신하도록 구성되고, 그리고 추가로 상기 사용자 입력들을 상기 원격 서버 디바이스에 있는 빔형성 소프트웨어에 전달하도록 구성된 사용자 인터페이스 소프트웨어 — 상기 사용자 인터페이스 소프트웨어는 전체 데이터셋을 상기 원격 서버에 전달하도록 구성된 사용자 입력 제어부를 더 포함함 —

상기 디스플레이 디바이스에 의해 실행되고 그리고 상기 원격 서버 디바이스로부터 상기 비디오 스트림을 수신하여 상기 비디오 스트림을 디스플레이하도록 구성된 비디오 디스플레이 소프트웨어

를 더 포함하는,

네트워크-기반 이미징 시스템.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 원격 서버 디바이스와 통신하는 복수의 데이터 캡처 디바이스들을 더 포함하는,

네트워크-기반 이미징 시스템.

청구항 13

타겟 오브젝트를 표현하는 볼륨측정(volumetric) 데이터를 수집하는 방법으로서,

프로브 내의 트랜스듀서 어레이의 송신기 엘리먼트로부터 타겟 오브젝트로 언포커싱된 3-차원 평을 송신하는 단계;

상기 트랜스듀서 어레이의 복수의 수신기 엘리먼트들을 사용하여 상기 언포커싱된 3-차원 평의 에코들을 수신하는 단계;

상기 복수의 수신기 엘리먼트들 각각으로부터의 아날로그 신호들을 디지털 샘플 세트들의 전체 데이터셋으로 변환하는 단계 — 상기 전체 데이터셋은 모든 수신기 엘리먼트들로부터의 디지털 샘플 세트들을 포함함 —;

상기 디지털 샘플 세트들의 서브-세트를 원격 서버에 전자적으로 전달하는 단계 — 상기 서브-세트는 상기 전체 데이터셋보다 더 적은 디지털 샘플들을 포함함 —;

일련의 2-차원 이미지 프레임들을 생성하기 위하여 상기 원격 서버에서 상기 디지털 샘플들의 서브-세트를 빔형성하는 단계; 및

일련의 2-차원 이미지 프레임들로 만들어진 비디오 스트림을 상기 원격 서버로부터 모바일 디스플레이 디바이스로 전달하는 단계

를 포함하는,

타겟 오브젝트를 표현하는 볼륨측정 데이터를 수집하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

제어 신호에 대한 응답으로, 전체 데이터셋을 상기 원격 서버로 전달하는 단계 및 상기 원격 서버에서 상기 전체 데이터셋을 저장하는 단계를 포함하는,

타겟 오브젝트를 표현하는 볼륨측정 데이터를 수집하는 방법.

청구항 15

초음파 이미징 방법으로서,

프로브 내의 트랜스듀서 어레이의 복수의 송신기 엘리먼트들로부터 3-차원 타겟 볼륨으로 복수의 언포커싱된 3-차원 평들을 송신하는 단계;

상기 트랜스듀서 어레이의 복수의 수신기 엘리먼트들을 사용하여 상기 언포커싱된 3-차원 평들의 에코들을 수신하는 단계;

상기 복수의 수신기 엘리먼트들 각각으로부터의 아날로그 신호들을 디지털 샘플 세트들의 전체 데이터세트로 변환하는 단계 - 상기 전체 데이터세트는 모든 수신기 엘리먼트들로부터의 디지털 샘플 세트들을 포함함 -;

상기 3-차원 타겟 볼륨을 교차하는 2-차원 평면을 선택하는 단계;

선택된 2-차원 평면을 교차하는 3-차원 복셀(voxel)들을 식별하는 단계;

상기 선택된 2-차원 평면에 대응하는 데이터 샘플들의 서브-세트를 식별하는 단계;

상기 데이터 샘플들의 서브-세트만을 컴퓨터 네트워크를 통해 원격 서버에 통신하는 단계;

상기 원격 서버로부터, 상기 선택된 2-차원 평면을 표현하는 2-차원 이미지들의 비디오 스트림을 수신하는 단계; 및

상기 프로브에 인접한 디스플레이 디바이스 상에 상기 비디오 스트림을 디스플레이하는 단계

를 포함하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

사용자 커맨드에 대한 응답으로, 상기 전체 데이터세트를 원격 데이터 스토리지 디바이스에 통신하는 단계를 더 포함하는,

초음파 이미징 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이 출원은 2014년 8월 18일 출원되고 발명의 명칭이 "Network-Based Ultrasound Imaging System"인 미국 가 특허 출원 번호 제 62/038,602호의 우선권을 주장하고, 상기 출원의 내용들은 본원에서 인용에 의해 포함된다.

[0002] 이 명세서에 언급된 모든 공개물들 및 특허 출원들은, 마치 각각의 개별 공개물 또는 특허 출원이 구체적으로 및 개별적으로 인용에 의해 포함되도록 표시된 것과 동일한 범위까지 인용에 의해 본원에 포함된다.

[0003] 이 출원은 일반적으로 초음파 이미징 분야, 및 보다 구체적으로 네트워크-기반 초음파 이미징 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 초음파 이미징은, 방사선을 이온화하는 것과 연관된 위험들 또는 MRI 이미징 문제들 없이, 비교적 저비용 의료 및 비-의료 이미징을 제공한다. 클라이언트-서버 네트워킹 아키텍처에 대한 개선들과 결합된 초음파 이미징 기술들에 대한 개선들은 이미징 난제들을 해결하기 위하여 초음파 이미징을 사용하기 위한 추가적인 기회들을 제공할 수 있다.

발명의 내용

- [0005] [0005] 초음파 이미징 방법이 제공되고, 초음파 이미징 방법은 데이터 캡처 디바이스의 프로브 내의 트랜스듀서 어레이의 송신기 엘리먼트로부터의 언포커싱된(unfocused) 3-차원 핑(ping)을 오브젝트(object)에 송신하는 단계, 트랜스듀서 어레이의 복수의 수신기 엘리먼트들을 사용하여 언포커싱된 3-차원 핑의 에코(echo)들을 수신하는 단계, 복수의 수신기 엘리먼트들의 각각으로부터의 아날로그 신호들을 디지털 샘플 세트들의 전체 데이터세트로 변환하는 단계 — 상기 전체 데이터세트는 모든 수신기 엘리먼트들로부터의 디지털 샘플 세트들을 포함함 —, 디지털 샘플 세트들의 서브-세트를 원격 서버에 전자적으로 전달하는 단계 — 서브-세트는 전체 데이터세트보다 더 적은 디지털 샘플들을 포함함 —, 일련의 2-차원 이미지 프레임들을 생성하기 위하여 원격 서버에서 디지털 샘플들의 서브-세트를 빔형성하는 단계, 및 일련의 2-차원 이미지 프레임들로 만들어진 비디오 스트림을 원격 서버로부터 디스플레이 디바이스로 전달하는 단계를 포함한다.
- [0006] [0006] 일부 실시예들에서, 방법은 제어 신호에 대한 응답으로, 전체 데이터세트를 데이터 캡처 디바이스로부터 원격 서버로 전달하는 단계 및 원격 서버에서 전체 데이터세트를 저장하는 단계를 더 포함한다.
- [0007] [0007] 다른 실시예에서, 방법은 디지털 샘플 세트들의 전체 데이터세트 중에서 선택된 이미징 윈도우와 연관된 디지털 샘플들을 식별함으로써 디지털 샘플들의 서브-세트에 포함할 디지털 샘플들을 결정하는 단계를 더 포함한다.
- [0008] [0008] 일부 실시예들에서, 디스플레이 디바이스는 데이터 캡처 디바이스에 물리적으로 어태치(attach)된다. 다른 실시예들에서, 디스플레이 디바이스는 데이터 캡처 디바이스에 물리적으로 어태치되지 않는다. 추가 실시예들에서, 디스플레이 디바이스는 모바일 디바이스이다.
- [0009] [0009] 일부 실시예들에서, 방법은 프로브로부터 송신된 모든 핑들보다 적은 핑들에 대응하는 데이터 샘플들만을 선택함으로써 디지털 샘플들의 서브-세트에 포함할 디지털 샘플들을 선택하는 단계를 더 포함한다.
- [0010] [0010] 일 실시예에서, 방법은 어레이의 모든 수신 엘리먼트들보다 적은 수신 엘리먼트들에 대응하는 데이터 샘플들만을 선택함으로써 디지털 샘플들의 서브-세트에 포함할 디지털 샘플들을 선택하는 단계를 더 포함한다.
- [0011] [0011] 다른 실시예들에서, 방법은 어레이의 모든 수신 애퍼처들보다 적은 수신 애퍼처들에 대응하는 데이터 샘플들만을 선택함으로써 디지털 샘플들의 서브-세트에 포함할 디지털 샘플들을 선택하는 단계를 더 포함한다.
- [0012] [0012] 네트워크-기반 이미징 시스템이 제공되고, 상기 네트워크-기반 이미징 시스템은 제 1 복수의 트랜스듀서 엘리먼트들로부터 초음파 신호들을 송신하도록 구성된 송신 제어 전자장치를 포함하는 하우징(housing), 송신된 초음파 신호들의 에코들을 수신하도록 구성된 수신기 전자장치 — 수신기 전자장치는 데이터 캡처 디바이스의 공통 하우징 내에 물리적 위치된 제 1 메모리 디바이스에 수신된 에코들을 전체 데이터세트로서 디지털화하고 저장하도록 추가로 구성됨 —, 및 전체 데이터세트를 통신하도록 구성된 통신 전자장치를 포함하는 데이터 캡처 디바이스를 포함한다. 시스템은 데이터 캡처 디바이스의 통신 전자장치에 의해 통신된 디지털화된 에코들을 수신하도록 구성된 서버 통신 전자장치, 원격 서버 디바이스에 의해 실행되고 수신된 디지털화된 에코들을 연속적인 이미지 프레임들의 비디오 스트림으로 변환하도록 구성된 빔형성 소프트웨어, 원격 서버 디바이스에 의해 실행되고 비디오를 디스플레이 디바이스에 스트리밍(streaming)하도록 구성된 비디오 스트리밍 소프트웨어를 포함하는 원격 서버 디바이스를 더 포함한다.
- [0013] [0013] 일부 실시예들에서, 디스플레이 디바이스는 디스플레이 디바이스에 의해 실행되고 하나 또는 그 초과인 빔형성 또는 비디오 스트리밍 파라미터들을 제어하기 위해 사용자 입력들을 수신하도록 구성되고, 그리고 추가로 사용자 입력들을 원격 서버 디바이스에 있는 빔형성 소프트웨어에 전달하도록 구성된 사용자 인터페이스 소프트웨어 — 사용자 인터페이스 소프트웨어는 추가로 전체 데이터세트를 원격 서버에 전달하도록 구성된 사용자 입력 제어부를 더 포함함 —, 및 디스플레이 디바이스에 의해 실행되고 원격 서버 디바이스로부터 비디오 스트림을 수신하여 비디오 스트림을 디스플레이하도록 구성된 비디오 디스플레이 소프트웨어를 더 포함한다.
- [0014] [0014] 일부 실시예들에서, 시스템은 원격 서버 디바이스와 통신하는 복수의 데이터 캡처 디바이스들을 더 포함한다.
- [0015] [0015] 타겟 오브젝트를 표현하는 볼륨측정 데이터를 수집하는 방법이 제공되고, 상기 방법은 프로브 내의 트랜스듀서 어레이의 송신기 엘리먼트로부터의 언포커싱된 3-차원 핑을 타겟 오브젝트에 송신하는 단계, 트랜스듀서 어레이의 복수의 수신기 엘리먼트들을 사용하여 언포커싱된 3-차원 핑의 에코들을 수신하는 단계, 복수의 수신기 엘리먼트들의 각각으로부터의 아날로그 신호들을 디지털 샘플 세트들의 전체 데이터세트로 변환하는 단계 — 상기 전체 데이터세트는 모든 수신기 엘리먼트들로부터의 디지털 샘플 세트들을 포함함 —, 디지털 샘플 세트들

의 서브-세트를 원격 서버에 전자적으로 전달하는 단계 - 서브-세트는 전체 데이터세트보다 더 적은 디지털 샘플들을 포함함 -, 일련의 2-차원 이미지 프레임들을 생성하기 위하여 원격 서버에서 디지털 샘플들의 서브-세트를 빔형성하는 단계, 및 일련의 2-차원 이미지 프레임들로 만들어진 비디오 스트림을 원격 서버로부터 모바일 디스플레이 디바이스로 전달하는 단계를 포함한다.

[0016] 일부 실시예들에서, 상기 방법은 제어 신호에 대한 응답으로, 전체 데이터세트를 원격 서버로 전달하는 단계 및 원격 서버에서 전체 데이터세트를 저장하는 단계를 더 포함한다.

[0017] 초음파 이미징 방법이 또한 제공되고, 상기 초음파 이미징 방법은 프로브 내의 트랜스듀서 어레이의 복수의 송신기 엘리먼트들로부터의 복수의 인포커싱된 3-차원 평면들 3-차원 타겟 볼륨에 송신하는 단계, 트랜스듀서 어레이의 복수의 수신기 엘리먼트들을 사용하여 인포커싱된 3-차원 평면들의 에코들을 수신하는 단계, 복수의 수신기 엘리먼트들 각각으로부터의 아날로그 신호들을 디지털 샘플 세트들의 전체 데이터세트로 변환하는 단계 - 전체 데이터세트는 모든 수신기 엘리먼트들로부터의 디지털 샘플 세트들을 포함함 -, 3-차원 타겟 볼륨을 교차하는 2-차원 평면을 선택하는 단계, 선택된 2-차원 평면을 교차하는 3-차원 복셀(voxel)들을 식별하는 단계, 선택된 2-차원 평면에 대응하는 데이터 샘플들의 서브-세트를 식별하는 단계, 데이터 샘플들의 서브-세트만을 컴퓨터 네트워크를 통해 원격 서버에 통신하는 단계, 원격 서버로부터 선택된 2-차원 평면을 표현하는 2-차원 이미지들의 비디오 스트림을 수신하는 단계, 및 비디오 스트림을 프로브에 인접한 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이하는 단계를 포함한다.

[0018] 일부 실시예들에서, 방법은 사용자 커맨드에 대한 응답으로, 전체 데이터세트를 원격 데이터 스토리지 디바이스에 통신하는 단계를 더 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 3-차원 볼륨으로부터 획득된 로우(raw) 에코 데이터로부터 2-차원 이미지 평면을 직접 빔형성하기 위한 예시적인 프로세스를 예시하는 프로세스 흐름도이다.

[0020] 도 2는 3-차원 볼륨을 이미징하기 위한 다수의 애퍼처 이미징 시스템의 개략 투시도이다.

[0021] 도 3은 3-차원 볼륨 내의 2-차원 평면을 이미징하는 다수의 애퍼처 이미징 시스템의 개략 투시도이다.

[0022] 도 4는 로우 데이터 메모리를 통합한 이미징 시스템의 실시예의 개략도이다.

[0023] 도 5는 네트워크-기반 이미징 시스템의 실시예의 개략도이다.

[0024] 도 6은 네트워크-기반 이미징 시스템의 다른 실시예의 개략도이다.

[0025] 도 7은 예시적인 실시예의 네트워크-기반 이미징 프로세스를 예시하는 프로세스 흐름도이다.

[0026] 도 8은 네트워크-기반 이미징 시스템의 다른 실시예의 개략도이다.

[0027] 도 9는 예시적인 실시예의 네트워크-기반 이미징 프로세스를 예시하는 프로세스 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 도입 및 정의들

[0021] 비록 다양한 실시예들이 다양한 해부학적 구조들의 초음파 이미징을 참조하여 본원에서 설명되었지만, 본원에 도시되고 설명된 많은 방법들 및 디바이스들이 또한 다른 애플리케이션들, 이를테면 비-해부학적 구조들 및 오브젝트들의 이미징 및 평가에 사용될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예컨대, 본원에 설명된 프로브들, 시스템들 및 방법들은 다양한 기계적 오브젝트들, 구조적 오브젝트들 또는 재료들, 이를테면 용접들, 파이프들, 빔들, 플레이트들, 압력 용기들, 충전 구조들 등의 비-과피 테스트, 검사 또는 평가에 사용될 수 있다. 아래의 다양한 실시예들은 추후 이미지 데이터로 빔형성 및 프로세싱하기 위해 로우, 비-빔형성(un-beamformed) 초음파 데이터를 저장하도록 구성된 초음파 이미징 시스템을 사용하기 위한 시스템들 및 방법들을 포함한다. 그런 시스템은 초음파 이미징 시스템들을 사용하는 많은 고유 방법들을 가능하게 한다.

[0022] 예들은 이미징될 매체에 초음파 임펄스들의 송신 및 송신된 초음파 임펄스들의 에코들의 수신을 참조하여 본원에 설명된다. 그러나, 당업자는, 본원에서 설명된 많은 기술들 및 시스템들이 다른 형태의 에너지, 이를테면 라디오 주파수 신호들, 마이크로파 신호들, X-선들, 또는 임의의 다른 부분의 전자기 스펙트럼을 포함하는 전자기 방사선의 송신 및 수신에 똑같이 적용가능할 수 있다는 것을 인지할 것이다.

- [0023] [0030] 본원에서 사용된 바와 같이, 용어들 "초음파 트랜스듀서" 및 "트랜스듀서"는 초음파 이미징 기술들의 당업자들에게 의해 이해되는 것과 같은 그들 본래의 의미들을 지닐 수 있고, 그리고 제한 없이 전기 신호를 초음파 신호로 및/또는 그 반대로 변환시킬 수 있는 임의의 단일 컴포넌트를 지칭할 수 있다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 초음파 트랜스듀서는 압전기 디바이스를 포함할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 초음파 트랜스듀서들은 CMUT(capacitive micromachined ultrasound transducer)들 또는 임의의 다른 전기-음향 트랜스듀서 디바이스를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 트랜스듀서들은 다른 에너지 형태들, 이를테면 전자기 방사선의 트랜스덕션(transduction)을 위한 컴포넌트들을 포함할 수 있다.
- [0024] [0031] 트랜스듀서들은 종종 다수의 개별적인 트랜스듀서 엘리먼트들의 어레이들로 구성된다. 본원에 사용된 바와 같이, 용어들 "트랜스듀서 어레이" 또는 "어레이"는 일반적으로 공통 백킹 블록(common backing block)에 장착된 트랜스듀서 엘리먼트들의 콜렉션을 지칭한다. 그런 어레이들은 일 차원(1D), 이차원(2D), 1.X 차원(1.XD) 또는 삼차원(3D)을 가질 수 있다. 당업자들에게 의해 이해되는 바와 같이 다른 차원 어레이들은 또한 사용될 수 있다. 환형 어레이들, 이를테면 동심 원형 어레이들 및 타원형 어레이들은 또한 사용될 수 있다. 트랜스듀서 어레이의 엘리먼트는 어레이의 가장 작은 분리된 기능적 컴포넌트일 수 있다. 예컨대, 압전기 트랜스듀서 엘리먼트들의 어레이의 경우에, 각각의 엘리먼트는 단일 압전기 결정 또는 압전기 결정의 단일 머시닝된 섹션일 수 있다.
- [0025] [0032] 본원에 사용된 바와 같이, 용어들 "송신 엘리먼트" 및 "수신 엘리먼트"는 초음파 이미징 기술들의 당업자들에게 의해 이해되는 바와 같이 그들 본래의 의미들을 지닐 수 있다. 용어 "송신 엘리먼트"는 제한 없이 전기 신호가 초음파 신호로 변환되는 송신 기능을 적어도 순간적으로 수행하는 초음파 트랜스듀서 엘리먼트를 지칭할 수 있다. 유사하게, 용어 "수신 엘리먼트"는 제한 없이 엘리먼트 상에 충돌하는 초음파 신호가 전기 신호로 변환되는 수신 기능을 적어도 순간적으로 수행하는 초음파 트랜스듀서 엘리먼트를 지칭할 수 있다. 매체로의 초음파의 송신은 또한 본원에서 "고주파 발사"로서 지칭될 수 있다. 초음파 파들을 반사시키는 오브젝트 또는 구조는 "반사체" 또는 "산란체"로서 지칭될 수 있다.
- [0026] [0033] 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "애퍼처"는, 초음파 신호들이 전송 및/또는 수신될 수 있는 개념적인 "개구"를 지칭할 수 있다. 실제 실시에서, 애퍼처는 간단히 단일 트랜스듀서 엘리먼트 또는 이미징 제어 전자장치 또는 빔형성 전자장치 또는 소프트웨어에 의해 공통 그룹으로서 집합적으로 관리되는 트랜스듀서 엘리먼트들의 그룹이다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 애퍼처는 인접 애퍼처의 엘리먼트들로부터 물리적으로 분리될 수 있는 엘리먼트들의 물리적 그룹화부일 수 있다. 그러나, 인접한 애퍼처들은 반드시 물리적으로 분리될 필요가 없다.
- [0027] [0034] 용어들 "수신 애퍼처", "초음파 발사 애퍼처" 및/또는 "송신 애퍼처"가 원하는 물리적 관점 또는 애퍼처로부터 원해진 송신 또는 수신 기능을 수행하는 개별 엘리먼트, 어레이 내의 엘리먼트들 그룹, 또는 심지어 공통 하우징 내의 전체 어레이들, 또는 다수의 별개의 어레이들 내의 엘리먼트들 그룹을 의미하는 것으로 본원에서 사용된다는 것이 주목되어야 한다. 일부 실시예들에서, 그런 송신 및 수신 애퍼처들은 전용 기능성을 가지는 물리적으로 별개의 컴포넌트로서 생성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 임의의 수의 전송 및/또는 수신 애퍼처들은 필요한 대로 전자적으로 동적으로 정의될 수 있다. 다른 실시예들에서, 다수의 애퍼처 초음파 이미징 시스템은 전용 기능과 동적-기능 애퍼처들의 조합을 사용할 수 있다.
- [0028] [0035] 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "총 애퍼처"는 모든 이미징 애퍼처들의 총 누산 사이즈를 지칭한다. 다른 말로, 용어 "총 애퍼처"는 특정 이미징 사이클 동안 사용된 전송 및/또는 수신 엘리먼트들의 임의의 조합의 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트들 간의 최대 거리에 의해 정의된 하나 또는 그 초과와 치수들을 지칭할 수 있다. 따라서, 총 애퍼처는 특정 사이클 동안 전송 또는 수신 애퍼처들로서 지정된 임의의 수의 서브-애퍼처들로 만들어진다. 단일-애퍼처 이미징 어레이먼트의 경우에, 총 애퍼처, 서브-애퍼처, 송신 애퍼처, 및 수신 애퍼처는 모두가 동일한 치수들을 가질 것이다. 다수의 어레이 프로브의 경우에, 총 애퍼처의 치수들은 모든 어레이들의 치수들의 합을 포함할 수 있다.
- [0029] [0036] 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "핑 사이클"은 핑 신호가 송신 애퍼처로부터 송신되고 그 핑의 에코들이 수신기 트랜스듀서 엘리먼트들에 의해 수신되는 사이클 시작을 지칭할 수 있다. 일부 경우들에서, 2 또는 그 초과와 핑들로부터의 에코들은 단일 이미지 프레임의 형성을 위하여 조합될 수 있고, 그리고 다수의 프레임들은 비디오를 형성하기 위하여 순차적으로 디스플레이될 수 있다. 따라서, "이미지 사이클"은 다수의 핑 사이클들로부터의 에코들을 포함할 수 있다. 다른 경우들에서, 단일 핑 사이클은 단일 이미지 사이클에 대응할 수 있다.

- [0030] [0037] 일부 실시예들에서, 2개의 애퍼처들은 연속하는 어레이 상에서 서로 인접하게 위치될 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 2개의 애퍼처들은 연속하는 어레이 상에서 서로 오버랩할 수 있어서, 적어도 하나의 엘리먼트는 2개의 별개의 애퍼처들의 부분으로서 기능한다. 엘리먼트들의 위치, 기능, 수 및 애퍼처의 물리적 사이즈는 특정 애플리케이션에 필요한 임의의 방식으로 동적으로 정의될 수 있다. 특정 애플리케이션에 대한 이들 파라미터들에 대한 제한들은 아래에서 논의될 것이고 및/또는 당업자에게 명확할 것이다.
- [0031] [0038] 본원에서 설명된 엘리먼트들 및 어레이들은 또한 다기능일 수 있다. 즉, 하나의 인스턴스에서 송신기들로서 트랜스듀서 엘리먼트들 또는 어레이들의 지정은 다음 인스턴스에서 수신기들로서 그들의 즉각적인 재지정을 불가능하게 하지 않는다. 게다가, 본원에서 제어 시스템의 실시예들은 사용자 입력들, 미리-세팅된 스캔 또는 해상도 기준들, 또는 다른 자동적으로 결정된 기준들을 기반으로 전자적으로 그런 지정들을 만들기 위한 능력들을 포함한다.
- [0032] [0039] 본원에서 사용된 바와 같이, 용어 "점광원(point source) 송신" 또는 "핑"은 단일 공간 위치로부터 매체에 송신된 초음파 에너지의 도입을 지칭할 수 있다. 이것은 단일 초음파 트랜스듀서 엘리먼트, 또는 단일 송신 애퍼처로서 함께 송신하는 인접한 트랜스듀서 엘리먼트들의 조합을 사용하여 달성될 수 있다. 점광원 송신 애퍼처로부터 단일 송신은 균일한 구면파면(spherical wave front), 또는 2D 슬라이스를 이미징하는 경우에, 2D 슬라이스 내의 균일한 원형파면과 유사하다. 일부 경우들에서, 점광원 송신 애퍼처로부터 원형 또는 구면파면의 단일 송신은 본원에서 "핑" 또는 "점광원 펄스"로서 지칭될 수 있다.
- [0033] [0040] 본원에서 사용된 바와 같이, 어구 "픽셀 해상도"는 이미지 내에서 픽셀들의 수의 측도(measure)를 지칭하고, 그리고 2개의 포지티브 정수들로 표현될 수 있고, 제 1 포지티브 정수는 픽셀 열(column)들의 수(이미지 폭)를 지칭하고 제 2 포지티브 정수는 픽셀 행(row)들의 수(이미지 높이)를 지칭한다. 대안적으로, 픽셀 해상도는 픽셀들의 총 수(예컨대, 행들의 수와 열들의 수의 곱), 단위 길이당 픽셀들의 수, 또는 단위 영역당 픽셀들의 수의 측면에서 표현될 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같은 "픽셀 해상도"는 이미지에서 보이는 세밀도(level of detail)를 지칭하는 용어 "해상도"의 다른 용도들과 별개이다. 예컨대, "측방향 해상도"는 초음파 이미지 평면의 이미지가 픽셀들로 만들어진 디지털 이미지로서 어떻게 표현될 수 있는지에 무관하게, 초음파 이미지 평면에서 수평 축을 따라 분간될 수 있는 세밀도를 지칭할 수 있다.
- [0034] **핑-기반 초음파 이미징**
- [0035] [0041] 다양한 실시예들에서, 달리 핑-기반 초음파 이미징으로서 지칭되는 점광원 송신 초음파 이미징은 종래의 스캔라인-기반 이미징에 비해 몇몇 장점들을 제공한다. 점광원 송신은 자신의 공간 특성들이, 지향된 스캔라인을 따라 트랜스듀서 엘리먼트 어레이로부터 특정 방향으로 에너지를 포커싱하는 "위상 배열 송신(phased array transmission)"과 상이하다. 언-포커싱된 점광원 펄스(핑)는 언-포커싱된 파면으로 가능한 한 넓은 영역을 초음파 발사하도록 송신될 수 있다.
- [0036] [0042] 일부 경우들에서, 언-포커싱된 "원형" 파면은 단일 이미지 평면 또는 "스캐닝 평면"으로 송신될 수 있다. 그런 2-차원 포커싱은 트랜스듀서 엘리먼트와 이미징될 오브젝트 간에 렌징(lensing) 재료를 제공함으로써 달성될 수 있다. 단일 평면에 포커싱된 핑은 2-차원 핑으로서 지칭될 수 있다.
- [0037] [0043] 볼륨측정 이미징을 위하여, 언-포커싱된 3-차원 핑은 3-차원 핑으로서 지칭될 수 있는 실질적으로 구면파면을 형성하도록 송신될 수 있다.
- [0038] [0044] 송신된 핑의 에코들은 관심 지역 내의 산란체들로부터 리턴될 것이고 프로브의 수신기 엘리먼트들 모두에 의해 수신될 수 있다. 수신기 엘리먼트들은 아래에서 추가 설명될 바와 같이 "수신 애퍼처들"로 그룹화될 수 있다. 이들 에코 신호들은 필터링, 증폭, 디지털화될 수 있고 (특정 시스템의 필요들 또는 성능들에 따라) 단기 또는 장기 메모리에 저장될 수 있다.
- [0039] [0045] 그 다음으로, 이미지들은, 점광원으로부터 방사된 파면들이 관심 지역에서 물리적으로 원형(2D 이미징을 위해) 또는 구형(3D 이미징을 위해)인 것을 가정함으로써 수신된 에코들로부터 재구성될 수 있다. 실제로, 2-차원 포커싱된 파면은 또한 2D 이미지 평면에 수직인 차원에서 몇몇 관통을 가질 수 있다. 즉, 일부 에너지는 필수적으로 원해진 2-차원 이미징 평면에 수직인 차원으로 "누설"할 수 있다.
- [0040] [0046] 부가적으로, "원형" 파면은 트랜스듀서 재료의 고유 오프-축 특성들에 따라 트랜스듀서의 전면에 앞서 180도 미만의 원형 일부 또는 반원으로 제한될 수 있다. 유사하게, 3-차원 "구형" 핑들을 송신할 때, 대응하는 파면들은 사용된 송신 엘리먼트(들)의 오프-축 특성에 따라, 반구 또는 더 작은 부분의 구형 섹션의 형상(예컨대,

"원뿔" 형상)을 가질 수 있다.

- [0041] [0047] 수신된 에코들로부터 이미지를 형성하는 프로세스는 일반적으로 본원에서 "빔형성"으로서 지칭된다. 펄-기반 이미징에서, 빔형성은 일반적으로 이미지 윈도우 내의 각각의 픽셀 또는 복셀 포지션에 대응하는 에코 샘플을 결정하는 것을 포함할 수 있다. 대안적으로, 빔형성은 그 역, 즉 각각의 수신된 에코 샘플에 대한 픽셀 디스플레이 위치를 결정하는 것,도 포함할 수 있다. 각각의 펄이 전체 이미징되는 지역에 초음파를 발사하기 때문에, "완전한"(비록 낮은 품질이지만) 이미지는 단일 트랜스듀서 엘리먼트의 에코들을 사용하여 형성될 수 있다. 단일 수신 트랜스듀서 엘리먼트에 의해 수신된 에코들로부터 형성될 수 있는 이미지는 서브-이미지로서 지칭될 수 있다. 이미지 품질은 복수의 트랜스듀서 엘리먼트들에서 수신된 에코들로부터 형성된 서브-이미지들을 조합함으로써 개선될 수 있다. 트랜스듀서 엘리먼트들은 "애퍼처"들로 그룹화될 수 있고, 그리고 공통 애퍼처의 엘리먼트들로부터의 서브-이미지들은 이미지 계층을 형성하기 위하여 조합될 수 있다.
- [0042] [0048] 펄-기반 에코들의 빔형성은 소프트웨어-기반 또는 하드웨어-기반 동적 빔형성 기술을 사용하여 수행될 수 있고, 여기서 빔형성기의 포커스는 그 픽셀이 이미징되는 특정 픽셀 포지션에서 포커싱되도록 연속하여 변경될 수 있다. 그런 빔형성기는 점광원 펄스로부터 수신된 에코들의 포지션을 표시하기 위하여 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 동적 빔형성기는 송신기로부터 개별 수신 트랜스듀서 엘리먼트로 신호의 왕복 이동 시간에 기반하여 각각의 에코 신호의 로커스를 표시할 수 있다.
- [0043] [0049] 송신된 2-차원 포커싱된 펄의 에코들을 빔형성할 때, 단일 반사체의 로커스는 송신 트랜스듀서 엘리먼트(들)의 포지션에서의 제 1 타원형 포커스 및 수신 트랜스듀서 엘리먼트의 포지션에서의 제 2 타원형 포커스를 가지는 타원을 따라 놓일 것이다. 비록 몇몇 다른 가능한 반사체들이 동일한 타원을 따라 놓이지만, 동일한 반사체의 에코들은 또한 수신 애퍼처의 다른 수신 트랜스듀서 엘리먼트들 각각에 의해 수신될 것이다. 각각의 수신 트랜스듀서 엘리먼트의 약간 상이한 포지션들은, 각각의 수신 엘리먼트가 주어진 반사체에 대해 약간 상이한 타원을 정의할 것이라는 것을 의미한다. 공통 수신 애퍼처의 모든 엘리먼트들에 대한 타원들을 코히어런트하게 합산함으로써 결과들을 누산하는 것은 반사체에 대한 타원들의 교차점을 표시할 것이고, 이에 의해 반사체를 표현하는 픽셀을 디스플레이할 포인트 쪽으로 수렴이 이루어진다. 이에 의해 임의의 수의 수신 엘리먼트들에 의해 수신된 에코 진폭들은 각각의 픽셀 값으로 조합될 수 있다. 다른 실시예들에서, 계산은 실질적으로 동일한 이미지에 이르도록 상이하게 체계화될 수 있다.
- [0044] [0050] 송신된 3-차원 펄의 에코들을 빔형성할 때, 실질적으로 동일한 프로세스가 뒤따를 수 있지만, 각각의 반사체의 가능한 로커스는 송신 트랜스듀서 엘리먼트의 포지션에서의 제 1 타원형 포커스, 및 수신 트랜스듀서 엘리먼트의 포지션에서의 제 2 타원형 포커스를 가지는 3-차원 타원체 상에 놓인다. 그러므로, 다수의 수신 엘리먼트들로 획득된 특정 반사체의 인상들을 조합하는 것은 다수의 타원체들의 3-차원 교차점에서 복셀 포인트를 생성할 수 있다.
- [0045] [0051] 송신 및 수신 엘리먼트들의 상대적 3-차원 포지션을 설명하는 정보의 에러들은 실질적으로 이미지 품질을 저하시킬 수 있다. 그러므로, 교정 프로세스는 엘리먼트 포지션 정보의 에러를 최소화하기 위하여 사용될 수 있다.
- [0046] [0052] 다양한 알고리즘은 별개의 수신 엘리먼트들에 의해 수신된 에코 신호들을 조합하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 일부 실시예들은 에코 신호들을 개별적으로 프로세싱하여, 자신의 타원을 따라 모든 가능 위치들에서 각각의 에코 신호를 표시하고, 그 다음 다음 에코 신호로 진행할 수 있다. 대안적으로, 각각의 픽셀 위치는 개별적으로 프로세싱되어, 다음 2D 픽셀 또는 3D 복셀 위치로 진행하기 전에 그 픽셀 위치에 잠재적으로 기여하는 모든 에코들을 식별 및 프로세싱할 수 있다.
- [0047] [0053] 이미지 품질은 동일하거나 상이한 점광원(또는 다수의 상이한 점광원들)으로부터 송신된, 하나 또는 그 초과와 이후 송신된 펄들로부터 빔형성기에 의해 형성된 이미지들을 조합함으로써 추가로 개선될 수 있다. 이미지 품질에 대한 개선들은 하나보다 많은 수신 애퍼처에 의해 형성된 이미지들을 조합함으로써 획득될 수 있다. 별개로 빔형성된 이미지들, 픽셀들 또는 복셀들을 조합하는 프로세스는 본원에서 "이미지 계층 조합"으로서 지칭될 수 있다. 다수의 애퍼처 초음파 프로브의 다수의 별개의 애퍼처들에서 수신된 에코들로부터의 이미지들을 조합하는 것은 이미지 품질을 추가로 개선할 수 있다. 용어 "이미지 계층 조합"은 2 또는 그 초과와 오버랩핑 픽셀 값들, 복셀 값들, 또는 완전한 이미지들(즉, 픽셀 및/또는 복셀 값들의 어레이들)의 조합을 지칭할 수 있고, 여기서 오버랩핑 값들은 상이한 송신된 펄들, 상이한 송신 애퍼처들, 및/또는 상이한 수신 애퍼처들을 사용하여 획득된다. 이미지 계층 조합 프로세스들의 예들은 본원에서 인용에 의해 참조되고 통합된 본 출원인의 종래 출원들에서 설명된다.

- [0048] [0054] 일부 실시예들에서, 평-기반 다중 애퍼처 이미징은 제 1 송신 애퍼처로부터 점광원 평(예컨대, 2D 평 또는 3D 평)을 송신하고 그리고 2 또는 그 초과 수의 수신 애퍼처들의 엘리먼트들을 사용하여 에코들을 수신함으로써 동작할 수 있고, 2 또는 그 초과 수의 수신 애퍼처들 중 하나 또는 그 초과는 송신 애퍼처의 일부 또는 모든 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 이미지는 에코들의 평 송신 및 수신, 음속, 및 송신 및 수신 트랜스듀서 엘리먼트들의 상대적 포지션을 간의 지연 시간들에 기반하여 산란체들의 포지션을 삼각 측량함으로써 형성될 수 있다. 결과적으로, 전체 초음파 발사된 지역의 서브-이미지는 각각의 수신 엘리먼트에 의해 수신된 각각의 송신된 평의 에코들로부터 형성될 수 있다. 제 1 수신 애퍼처로 그룹화된 다수의 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들로부터 서브-이미지들을 코히어런트하게 조합하는 것은 교차하는 타원들을 참조하여 위에서 설명된 개선을 생성할 수 있다. 제 2 수신 애퍼처로 그룹화된 다수의 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들로부터의 서브-이미지들은 또한 서로 코히어런트하게 조합될 수 있고, 그 다음으로 제 1-애퍼처 이미지 및 제 2-애퍼처 이미지는 코히어런트하게 또는 인코히어런트하게 조합될 수 있다.
- [0049] [0055] 일부 실시예들에서, 단일 시간 도메인 프레임은 단일 송신된 평으로부터 2 또는 그 초과 수의 수신 애퍼처들에서 수신된 에코들로 형성된 이미지들을 조합함으로써 형성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 단일 시간 도메인 프레임은 2 또는 그 초과 수의 송신된 평으로부터 하나 또는 그 초과 수의 수신 애퍼처들에서 수신된 에코들로 형성된 이미지들을 조합함으로써 형성될 수 있다. 일부 그런 실시예들에서, 다수의 송신된 평들은 상이한 송신 애퍼처들로부터 발생할 수 있다.
- [0050] [0056] 동일한 평-기반 이미징 기술들은, 본원에서 설명되고 그리고 출원인의 이전 출원들에서와같이, 단일 평면(예컨대, 3-차원 반구 또는 근 반구 초음파 신호들)으로 제한되지 않는 평 신호들을 송신하고, 그리고 이미징된 매체로 연장되는 라인에 수직인 2차원에서 서로 변위된 수신 엘리먼트들을 사용하여 에코들을 수신함으로써 3D 볼륨측정 데이터에 적용될 수 있다. 평-기반 3D 볼륨측정 이미징을 위해 구성된 다수의 애퍼처 초음파 프로브들은 의도된 이미징 애플리케이션을 위하여 임의의 예상된 코히어런스 폭보다 실질적으로 더 클 수 있는 큰 초음파 애퍼처들을 가질 수 있다. 다수의 애퍼처 초음파 프로브들의 예들은 US 2012/0095343호 및 US 특허 출원 제 14/279,052호로서 공개된 본 출원인의 공동 계류중인 US 특허 출원 제 13/272,105호에 도시 및 설명되고, 이 둘 모두는 본원에 인용에 의해 통합된다.
- [0051] [0057] 3D 볼륨측정 데이터는 위에서 설명된 실질적으로 동일한 시스템들 및 방법들을 사용하여 캡처되고 저장될 수 있다. 통상적으로, 3D 이미징을 위한 다수의 애퍼처 프로브는 주로 2D 이미징을 위해 의도된 프로브보다 실질적으로 많은 트랜스듀서 엘리먼트들을 가질 수 있다. 이와 같이, 평-기반 이미징 프로세스 동안 3D 볼륨측정 데이터를 캡처 및 저장하기 위한 이미징 시스템은 실질적으로 더 많은 수신 채널들을 포함할 수 있고 그리고 또한 더 큰 용량 로우 데이터 메모리 디바이스를 포함할 수 있다. 3D 볼륨측정 이미징을 위한 프로브를 사용하여 획득된 로우 에코 데이터는 메모리 디바이스에 저장될 수 있다. 그런 볼륨측정 로우 데이터는 2D 이미징을 위해 구성된 프로브를 사용하여 캡처된 데이터와 유사하게 구성될 수 있어서, 그 에코들은 에코들을 수신한 특정 수신 엘리먼트 및 에코들을 생성한 특정 송신된 평을 기반하여 구별될 수 있다.
- [0052] [0058] 빔형성 3D 평-기반 에코 데이터는 또한 2D 평-기반 에코 데이터를 빔형성하기 위하여 사용된 것들과 유사한 시스템들 및 방법들을 사용하여 수행될 수 있다. 각각의 디지털화된 샘플 값은 관심 초음파 발사된 지역으로부터 산란체를 표현할 수 있다. 2D 경우에서와같이, 송신 및 수신 트랜스듀서들의 정확한 3-차원 포지션들 및 샘플의 도달 시간과 함께 각각의 수신된 샘플의 진폭은 산란체의 잠재적 포지션들을 식별하는 포인트들의 로커스를 정의하기 위하여 분석될 수 있다. 3D 경우에서, 그런 로커스는 송신 및 수신 트랜스듀서 엘리먼트들의 포지션들을 자신의 포커스들로서 가지는 3-차원 타원체이다. 송신 및 수신 트랜스듀서 엘리먼트들의 각각의 고유 조합은 동일한 반사체의 별개의 뷰를 정의할 수 있다. 따라서, 다수의 송신-수신 트랜스듀서 엘리먼트 조합들로부터의 정보를 조합함으로써, 각각의 반사체의 실제 3-차원 위치는 3-차원 볼륨의 3-차원 포인트 또는 복셀로서 더 정확하게 표현될 수 있다.
- [0053] [0059] 예컨대, 일부 실시예들에서, 3D 볼륨의 반사체들을 표현하는 복셀들의 3D 어레이는 선택된 디지털 샘플의 평가와 함께 시작함으로써 컴퓨터 메모리에서 어셈블링될 수 있다. 선택된 디지털화된 샘플 값은 위에서 설명된 바와 같이 대응하는 타원체에 의해 표시된 모든 각각의 복셀로 기록될 수 있다. 모든 각각의 다른 수집된 샘플 값에 대해 동일한 것을 수행하고, 그 다음 조합하여, 모든 결과적인 타원체들은 더 정제된 이미지를 생성할 수 있다. 실제 산란체들은 많은 타원체들의 교차점에 의해 표시될 수 있는 반면, 다른 타원체들에 의해 보강되지 않은 타원체들의 부분들은 낮은 신호 레벨들을 가질 수 있고 그리고 필터들 또는 다른 이미지 프로세싱 단계들에 의해 제거되거나 감소될 수 있다.

- [0054] [0060] 다른 실시예들에서, 계산 순서는 생성될 최종 3D 볼륨 표현에서 선택된 복셀로 시작함으로써 변경될 수 있다. 예컨대, 선택된 복셀에 대해, 가장 가까이 저장된 샘플은 각각의 송신기/수신기 쌍을 위해 식별될 수 있다. 그 다음으로, 선택된 복셀에 대응하는 모든 샘플들(즉, 복셀을 교차하는 타원체를 가진 모든 샘플들)은 복셀의 최종 표현을 생성하기 위하여 평가되고 합산(또는 평균화)될 수 있다. 선택된 복셀에 대한 샘플의 근접도는 송신기(즉, 펄 신호가 에코 샘플을 생성하기 위하여 송신된 송신기)의 3-차원 포지션으로부터 선택된 복셀 포지션까지의 벡터 거리와 선택된 복셀 포지션으로부터 샘플이 수신된 수신기의 포지션까지의 벡터 거리의 합을 계산함으로써 결정될 수 있다. 그런 선형 거리는 이미징된 오브젝트를 통한 음속에 의해 총 경로 길이를 나눔으로써 시-분할된 샘플 값들에 관련될 수 있다. 데이터 샘플들이 수신되어진 송신된 펄 이후의 시간에 기반하여 수신된 데이터 샘플들이 저장 및/또는 인덱싱되면, 특정 복셀에 대응하는 샘플들은 위에서 설명된 바와 같이 엘리먼트 포지션 데이터 및 음속 데이터에 기반하여 식별될 수 있다. 그런 방법들을 사용하여, 계산된 시간에 대응하는 샘플들은 선택된 복셀과 연관될 수 있다.
- [0055] [0061] 일부 실시예들에서, 최종 3D 볼륨 표현의 복셀은 다수의 수신 엘리먼트들, 다수의 수신 애퍼처들, 다수의 펄들, 또는 이들의 다양한 조합들로부터의 조합된 데이터로 만들어질 수 있다. 예는 이제 임의적으로 선택된 복셀을 참조하여 설명될 것이다. 제 1 펄 신호는 제 1 송신 엘리먼트로부터 송신될 수 있고, 각각의 수신 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들은 별개로(예컨대, 펄당 수신 엘리먼트당 하나의 에코 스트링(string)) 디지털화 및 저장될 수 있다. 에코 데이터의 제 1 세트는 제 1 수신 애퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 선택된 복셀에 대응하는 제 1 펄로부터의 에너지를 표현하는 것으로서 식별될 수 있다. 제 1 펄로부터 생성된 에코 데이터의 제 2 세트는 또한 제 2 수신 애퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 선택된 복셀에 대응하는 것으로서 식별될 수 있다.
- [0056] [0062] 그 다음으로, 제 2 펄 신호는 제 2, 상이한 송신 엘리먼트로부터 송신될 수 있다. 제 2 펄로부터의 에너지를 표현하는 에코 데이터의 제 3 세트는 제 1 수신 애퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 선택된 복셀에 대응하는 것으로서 식별될 수 있다. 제 2 펄의 에코 데이터의 제 4 세트는 제 2 수신 애퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 선택된 복셀에 대응하는 것으로서 식별될 수 있다.
- [0057] [0063] 본 개시내용을 고려하여 명확할 바와 같이, 제 1 수신 애퍼처의 각각의 엘리먼트에 수신된 데이터는 이미징된 볼륨의 각각의 복셀의 별개의 표현을 제공할 수 있다. 따라서, 제 1 데이터 세트는 제 1 수신 애퍼처의 개별 엘리먼트들에 의해 수신되는 바와 같은 선택된 복셀을 표현하는 다수의 데이터 포인트들을 포함할 수 있다. 제 1 데이터 세트의 데이터 포인트들은 선택된 복셀의 제 1 인상을 생성하기 위하여 서로 코히어런트하게 조합될 수 있다. 제 2 수신 애퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 제 1 펄로부터의 신호들을 표현하는 제 2 데이터 세트의 데이터 포인트들은 선택된 복셀의 제 2 인상을 생성하기 위하여 서로 코히어런트하게 조합될 수 있다. 제 1 수신 애퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 제 2 펄로부터의 신호들을 표현하는 제 3 데이터 세트의 데이터 포인트들은 예의 제 3 인상을 생성하기 위하여 서로 코히어런트하게 조합될 수 있다. 제 2 수신 애퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 제 2 펄로부터의 신호들을 표현하는 제 4 데이터 세트의 데이터 포인트들은 선택된 복셀의 제 4 인상을 생성하기 위하여 서로 코히어런트하게 조합될 수 있다.
- [0058] [0064] 제 1 선택된 복셀 인상은 선택된 복셀의 제 1 조합된 복셀 인상을 형성하기 위하여 제 3 선택된 복셀 인상과 코히어런트하게 조합될 수 있다. 제 1 인상과 제 3 인상 둘 모두가 동일한 수신 애퍼처로 획득되었기 때문에, 상기 둘 모두는 위상 소거를 위태롭게 함이 없이 코히어런트하게 조합될 수 있다(제 1 수신 애퍼처가 의도된 이미징 애플리케이션에 대한 최대 코히어런트 폭보다 작도록 사이징되는 것을 가정함).
- [0059] [0065] 선택된 복셀의 제 2 인상은 선택된 복셀의 제 2 조합된 복셀 인상을 형성하기 위하여 제 4 인상과 코히어런트하게 조합될 수 있다.
- [0060] [0066] 일부 실시예들에서, 제 1 애퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 제 1 펄로부터의 데이터를 동일한 제 1 수신 애퍼처의 동일한 엘리먼트들에 의해 수신된 제 2 펄로부터의 데이터와 코히어런트하게 조합하는 단계는 임의의 다른 조합 단계들 이전에 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 동일한 수신 엘리먼트들에 의해 수신된 2개의 별개의 펄들로부터의 신호들의 조합은 공통 수신 애퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 신호들을 조합하기 전에 또는 동시에 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 수신된 신호들의 일부 코히어런트 조합들은 수신된 신호들을 디지털화하기 전에 전자적으로(즉, 아날로그 신호들을 조합함으로써) 수행될 수 있다.
- [0061] [0067] 제 1 조합된 복셀 인상은 제 2 조합된 복셀 인상과 조합될 수 있다. 제 1 수신 애퍼처 및 제 2 수신 애퍼처에 의해 정의된 총 애퍼처가 이미징 애플리케이션을 위한 총 코히어런트 폭보다 크면, 제 1 조합된 복셀 인

상은 선택된 복셀의 최종 표현을 획득하기 위하여 제 2 조합된 복셀 인상과 인코히어런트하게 조합될 수 있다.

- [0062] [0068] 선택된 복셀의 인상들을 조합하는 이들 단계들은 전체 볼륨의 최종 표현을 획득하기 위하여 이미징된 3-차원 볼륨의 각각의 복셀에 대해 동시에 반복되거나 수행될 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 단계들은 임의의 다른 순서로, 임의의 수의 송신된 평면들 사용하여, 그리고 임의의 수의 수신 애퍼처들을 사용하여 수행될 수 있다. 코히어런트 및 인코히어런트 합산 기술들의 다양한 다른 조합들은 또한, 다수의 수신 엘리먼트들, 수신 애퍼처들, 및/또는 평면들로부터의 신호들을 조합할 때 사용될 수 있다.
- [0063] [0069] 일부 실시예들에서, 위의 예시적 프로세스 또는 다른 프로세스가 3D 볼륨의 완전한 표현을 형성하기 위하여 사용된 후, 단일 평면은 선택된 평면을 만드는 복셀들의 컬렉션을 식별하고, 그리고 2-차원 디스플레이상에 이들 복셀들로부터의 데이터를 디스플레이함으로써 디스플레이를 위해 선택될 수 있다.
- [0064] [0070] 다른 실시예들에서, 선택된 2-차원 평면은 완전한 3D 볼륨을 빔형성하는 대신 볼륨측정 로우 데이터로부터 직접 빔형성될 수 있다. 이것은 선택된 평면의 이미지를 생성하기 위하여 필요한 프로세싱 양을 감소시키기 위하여 바람직할 수 있다.
- [0065] [0071] 도 1은 평-기반 다중 애퍼처 이미징 시스템에 의해 획득된 3-차원 데이터로부터 2-차원 평면을 빔형성하기 위한 프로세스(10)의 예시적인 실시예를 예시한다. 블록(12)에 도시된 바와 같이, 이미징 신호들은 3-차원 볼륨으로 송신될 수 있다. 블록(14)에서, 송신된 신호들로부터의 신호들은 이미징 프로브의 수신 엘리먼트들에 의해 수신될 수 있다. 블록(16)은 엘리먼트-특정 로우 데이터 세트들(즉, 본원의 다른 곳에서 설명된 바와 같이 각각의 수신 채널에 대응하는 완전한 에코 스트링들)로서 프로브의 각각의 수신 트랜스듀서 엘리먼트에 의해 수신된 신호들을 디지털화하는 것을 포함할 수 있다. 블록(18)에서, 초음파 발사된 3-차원 볼륨 내의 2-차원 이미지 평면은 사용자에게 의해 수동으로 또는 이미징 디바이스 또는 다른 시스템에 의해 자동으로 식별될 수 있다. 블록(20)에서, 선택된 이미지 평면을 교차하는 3-차원 복셀들이 식별될 수 있다. 블록(22)에서, 프로세스는 식별된 복셀들에 대응하는 완전한 엘리먼트-특정 로우 데이터 세트들 각각의 부분들을 식별하는 것을 포함할 수 있다. 데이터 세트들의 부분들은 완전한 샘플들 및/또는 샘플들 간의 보간된 포지션들을 포함할 수 있다. 특정된 복셀들에 대응하는 데이터 샘플들을 식별하는 것은 위에서 설명된 바와 같이 송신 및 수신 엘리먼트들의 알려진 포지션들 및 음속 값(초음파 주파수 및 이미징된 매체의 컴포지션(composition)에 기반될 수 있음)에 기반하여 수행될 수 있다. 블록(24)에서, 프로세스는 선택된 2-차원 이미지 평면의 각각의 픽셀에 대해 디스플레이 값들을 결정하기 위하여 빔형성을 위해 식별된 샘플들만을 선택함으로써 진행될 수 있다.
- [0066] [0072] 도 2는 트랜스듀서 엘리먼트들의 어레이 및 직사각형 블록으로서 표현되는 이미징될 관심 지역(120)(초음파 발사된 지역의 실제 형상 및 사이즈는 사용되는 프로브의 세부사항들에 따를 수 있음)을 포함하는 예시적인 3-차원 다중 애퍼처 초음파 이미징 프로브 어레이(100)(프로브 하우징 및 지지 구조들은 간략성을 위하여 도면에서 생략됨)의 개략 표현을 예시한다. 도 2 및 도 3의 프로브 어레이들(100)은 2개의 직교 축들에 관해 곡률을 가지는 것으로서 도시되고, 이에 의해 3-차원 어레이가 형성되고 이때 모든 엘리먼트들은 적어도 2개의 차원들에서 서로 이격된다. 대안적인 실시예들에서, 프로브 어레이는 실질적으로 편평할 수 있고 이때 모든 엘리먼트들은 실질적으로 동일한 2-차원 평면에 놓인다. 추가 실시예들에서, 임의의 다른 구성이 또한 가능하다. 예컨대, 일부 엘리먼트들은 공통 평면상에 놓일 수 있는 반면, 다른 엘리먼트들은 이미징될 오브젝트에 관련하여 안쪽으로 또는 바깥쪽으로 각이 형성될 수 있다. 본원의 개시 내용을 고려하여 명확할 바와 같이, 일부 어레이 구성들이 특정 이미징 애플리케이션을 위하여 더 최적으로 구성될 수 있지만, 각각의 엘리먼트의 포지션이 원해진 정밀도와 정확도로 알려진다면, 임의의 어레이 형상이 사용될 수 있다.
- [0067] [0073] 프로브 어레이(100)는 하이라이팅된 복수의 송신 엘리먼트들(T_1 , T_2 및 T_n)을 가지는 것으로 도시된다. 일부 경우들에서, 송신 엘리먼트들은 송신만을 위해 전용될 수 있지만, 다른 경우들에서, 트랜스듀서 엘리먼트들 중 임의의 것은 특정 이미지 사이클 또는 평 사이클에 대한 송신 엘리먼트로서 일시적으로 지정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 어레이의 임의의 엘리먼트는 일시적으로 또는 영구적으로 지정될 수 있고 송신 엘리먼트로서 사용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 송신 엘리먼트들은 수신 엘리먼트들과 상이하게 구성될 수 있고 및/또는 송신을 위해서 배타적으로 사용될 수 있다. 송신 엘리먼트들은 2-차원 또는 3-차원 어레이 내의 임의의 포지션에 위치될 수 있다.
- [0068] [0074] 일부 실시예들에서, 어레이(10)의 일부 또는 모든 엘리먼트들은 송신된 신호들의 에코들을 수신하도록 구성될 수 있다. 그런 수신 엘리먼트들은 복수의 수신 애퍼처들로 그룹화될 수 있고, 각각의 수신 애퍼처는 본원에서 설명된 바와 같은 하나 또는 그 초과수의 수신 엘리먼트들을 포함한다. 수신 애퍼처들로 엘리먼트들의 그룹화는, 이미징이 수행되기 이전 또는 이후 임의의 시간에서 수행될 수 있다. 게다가, 저장된 로우 에코 데이

터를 사용하여, 수신 애퍼처들은, 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 에코 데이터를 수집한 후 재-정의될 수 있다.

[0069] [0075] 도 2는 2개의 수신 애퍼처들(R_1 , R_2 및 R_3)을 도시한다. 도시된 바와 같이, R_1 은 R_2 보다 많은 엘리먼트들로 만들어진다. 수신 애퍼처들 각각이 1, 2 또는 3 차원들에서 서로 이격될 수 있는 임의의 수의 트랜스듀서 엘리먼트들을 포함할 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 프로브 어레이의 엘리먼트들은 필요한 대로 임의의 수의 수신 애퍼처들로 그룹화될 수 있다. 각각의 평의 에코들이 수신 엘리먼트들 모두 또는 실질적으로 모두에 의해 수신될 수 있고, 그리고 각각의 엘리먼트에 의해 수신된 에코들로부터의 로우 에코 데이터가 디지털화되어 로우 데이터 메모리에 저장될 수 있기 때문에, 수신 애퍼처들로 수신 엘리먼트들의 그룹화는 주어진 이미징 시나리오에 대한 애퍼처들의 어레이지먼트를 최적화하기 위하여 이미징 이전에, 라이브 이미징 동안, 또는 저장된 로우 데이터의 추후 리뷰 동안 설정되거나 조정될 수 있다.

[0070] [0076] 일부 실시예들에서, 수신 애퍼처의 사이즈는, 음속이 산란체로부터 수신 애퍼처의 각각의 엘리먼트로의 모든 각각의 경로에 대해 동일하다는 가정에 의해 제한될 수 있다. 충분히 좁은 수신 애퍼처에서, 이런 단순화 가정은 수용가능하다. 그러나, 수신 애퍼처 폭이 증가함에 따라, 변곡점(inflexion point)에 도달되는데(본원에서 "최대 코히어런트 애퍼처 폭", "최대 코히어런트 폭" 또는 "코히어런스 폭"으로서 지칭됨), 변곡점에서 에코 리턴 경로들은 반드시 상이한 음속들을 가지는 상이한 타입들의 조직을 통해 지나갈 것이다. 이런 어그리게이트 차이가 180 도에 접근하는 위상 시프트들을 초래할 때, 최대 코히어런트 수신 애퍼처 폭을 초과하는 부가적인 수신 엘리먼트들은 이미지를 개선하기 보다 오히려 이미지를 저하시키는 경향이 있을 것이다.

[0071] [0077] 그러므로, 최대 코히어런트 폭보다 큰 총 애퍼처 폭을 가진 넓은 프로브를 이용하기 위하여, 전체 프로브 폭은 물리적으로 또는 논리적으로 다수의 애퍼처들로 분할될 수 있고, 다수의 애퍼처들 각각은 의도된 이미징 애플리케이션을 위한 최대 코히어런트 애퍼처 폭보다 크지 않은(즉, 수신된 신호들의 위상 소거를 회피하기에 충분히 작은) 최대 폭(예컨대, 원형 직경, 타원 장축 길이, 또는 직사각형/정사각형 애퍼처의 대각선 길이)으로 제한될 수 있다. 최대 코히어런트 폭은 상이한 환자들에 대해 그리고 동일한 환자에 대한 상이한 프로브 포지션들에 대해 상이할 수 있다. 일부 실시예들에서, 절충 폭은 주어진 이미징 시나리오를 위해 결정될 수 있다. 다른 실시예들에서, 다수의 애퍼처 초음파 이미징 제어 시스템은 다수의 애퍼처들 내 이용 가능한 엘리먼트들을 파괴적 위상 소거를 회피하기에 충분히 작은 그룹들로 세분하기 위하여 동적 제어 메커니즘으로 구성될 수 있다. 그런 최대 애퍼처 폭을 결정하는 것은, 위상 소거가 검출될 때까지, 이미지들, 이미지 데이터 또는 증분적으로 더 큰 애퍼처들을 사용하여 생성된 다른 데이터를 순차적으로 평가하고, 그 다음으로 하나 또는 그 초과 애퍼처 사이즈 증분들에 의해 백킹 업(backing up) 함으로써 달성될 수 있다.

[0072] [0078] 일부 실시예들에서, 엘리먼트들을, 최대 코히어런트 폭보다 작은 폭을 가지는 애퍼처들로 그룹화하는 동안 디자인 제한들을 충족시키는 것은 더 어려울 수 있다. 예컨대, 시험되는 재료가 매우 작은 영역들에 걸쳐 너무 이질적이면, 최대 코히어런트 폭보다 작도록 충분히 작은 애퍼처들을 형성하는 것은 비현실적이거나 너무 비용이 많이 들 수 있다. 유사하게, 시스템이 상당한 깊이에 있는 매우 작은 타겟을 이미징하도록 디자인되면, 수용되는 최대 코히어런트 폭보다 더 큰 폭을 가지는 애퍼처가 필요해질 수 있다. 그런 경우들에서, 최대 코히어런트 폭보다 더 큰 폭을 가지는 수신 애퍼처는 부가적인 조정들을 이용함으로써 수용될 수 있거나, 상이한 경로들을 따라 음속의 차이들을 고려하기 위해 수정들이 이루어질 수 있고, 이는 단지 매우 작고, 매우 깊은 타겟만을 엔벨로핑(enveloping)하는 지역만이 정밀하게 포커싱되게 하지만 다른 지역들은 약간 디포커싱(defocus)될 수 있다. 그런 음속 조정들의 일부 예들은 여기서 제공되지만, 다른 방법들은 또한 알려질 수 있다.

[0073] [0079] 평 신호들이 이미징되는 전체 지역에 초음파를 발사하기 때문에, 3-차원 평-기반 이미징을 통해 획득된 볼륨측정 에코 데이터는 심리스(seamless)이다. 대조하여, 일련의 2D 평면 슬라이스들로부터 어셈블리된 볼륨측정 데이터는 인접한 평면 슬라이스들 간의 공간에 이미지 데이터의 일부 양의 보간을 요구하는 경향이 있다. 유사하게, 일련의 스캔라인들로부터 어셈블리된 개별적인 2D 이미지들은 통상적으로 인접한 스캔라인들 간의 공간들에 이미지 데이터의 일부 양의 보간을 요구한다.

[0074] [0080] 평-기반 볼륨측정 에코 데이터의 심리스 성질은, 3D 볼륨의 임의의 부분을 통해 취해진 임의의 임의적인 2D 슬라이스들이 보간에 대한 필요 없이 비형성되고 디스플레이될 수 있다는 것을 의미한다. 일부 경우들에서, 비-평면 또는 곡선 슬라이스들은 또한 볼륨측정 데이터의 섹션을 통해 취해질 수 있다. 그런 비-평면 또는 곡선-경로 슬라이스의 결과는 납작해진 평면 이미지로서 또는 퍼시펙티브 렌더링(perspective rendering)으로서, 2-차원 디스플레이상에 디스플레이될 수 있다. 볼륨측정 정보는 또한 3-차원 디스플레이 이를테면 홀로그래픽 디스플레이 또는 입체적 디스플레이를 통해 제시될 수 있다. 그러므로, 일부 실시예들에서, 볼륨측정 이미징

세션으로부터의 로우 에코 데이터는 메모리 디바이스로부터 리트리브될 수 있고, 볼륨의 일부 또는 모두는 빔형성되고 이미지로서 디스플레이될 수 있고, 볼륨의 원해진 지역은 선택(소프트웨어에 의해 자동으로 또는 오퍼레이터에 의해 수동으로)될 수 있고, 그리고 선택된 지역은 재-빔형성되고 새로운 이미지로서 제시될 수 있다. 볼륨측정 로우 에코 데이터는 또한 아래에서 설명된 바와 같이, 다양한 다른 방식들에서 사용될 수 있다.

[0075] [0081] 도 3은 복수의 송신 엘리먼트들(T1, T2, T3, T4, T5) 및 2개의 수신 애퍼처 엘리먼트(R3 및 R4)의 그룹들을 하이라이팅하는 개략적인 프로브 어레이(100)를 예시한다. 도 3은 또한 각각의 송신 엘리먼트(T1, T2, T3, T4, T5)에 의해 단일 2D 평면(150) 내의 반사체(140)로 송신되는 초음파 에너지에 의해 이동되는 경로들을 표시하는 레이(ray) 라인들 및 반사체(140)에 의해 반사되고 수신 애퍼처들(R3 및 R4)의 각각에서 수신되는 에코들에 의해 이동되는 경로들을 표현하는 파선 레이 라인들을 도시한다. 보여질 수 있는 바와 같이, 송신 엘리먼트들 및 수신기 엘리먼트들이 모두 공통 평면을 따라 놓여지지 않지만, 표시된 2D 평면(150) 내에 놓이는 반사체들은 송신 엘리먼트들 중 임의의 것으로부터의 초음파 에너지가 비추어질 수 있고, 그리고 에코들은 프로브 어레이(100) 내의 어딘가에 위치한 수신 엘리먼트들에 의해 수신될 수 있다.

[0076] [0082] 따라서, 심지어 볼륨측정 프로브를 사용하여, 단일 2-차원 평면(예컨대, 평면(150))을 따라 놓이는 반사체들은 초음파 발사된 3-차원 볼륨 내에서 빔형성 및 디스플레이를 위해 선택될 수 있다. 이미지 평면상에 있지 않은 송신기들 및 수신기들의 사용은 2D 프로브(즉, 이미지 평면 내에서 포커싱된 에너지를 송신 및 수신하도록 구성된 프로브)를 사용하여 획득된 동일한 평면의 점 확산 함수(point spread function)들보다 이미지 평면에 수직인 차원에서 훨씬 더 작은 가능한 점 확산 함수들을 만든다.

[0077] [0083] 아래에서 추가로 상세히 설명될 바와 같이, 수신된 에코 데이터의 빔형성은 라이브 이미징 세션 동안 실시간으로, 및/또는 이미징 세션의 로우 에코 데이터를 리트리빙함으로써 추후 시간에 수행될 수 있다. 사용된 프로브, 및 특정 애플리케이션의 필요들에 따라, 로우 에코 데이터 세트들은 하나 또는 그 초과개의 개별적인 2-차원 평면들을 커버하는 이미징 세션들, 또는 완전한 3-차원 볼륨들을 위해 수집되고 저장될 수 있다.

[0078] 로우 에코 데이터

[0079] [0084] 도 4는 초음파 이미징 시스템(200)의 일부 실시예들에 포함될 수 있는 컴포넌트들을 예시하는 블록도이다. 도 4의 다이어그램은 몇몇 서브시스템들: 송신 제어 서브시스템(204), 프로브 서브시스템(202), 수신 서브시스템(210), 이미지 생성 서브시스템(230), 및 비디오 서브시스템(240)을 포함한다. 대부분의 초음파 시스템들과 달리, 도 4의 시스템은 추후 리트리빙 및 프로세싱을 위해 로우, 언-빔형성된 에코 데이터를 저장하도록 구성된 메모리 디바이스를 제공한다. 일부 실시예들에서, 다양한 서브시스템들은 물리적으로 및 논리적으로 단일 디바이스 내에 포함될 수 있다. 다른 실시예들에서, 서브시스템들 중 일부 또는 모두는 다른 서브시스템들 중 일부 또는 모두를 포함하는 다른 디바이스들과 통신할 수 있는 물리적으로 별개의 디바이스들 또는 시스템들에 포함될 수 있다. 도 4의 엘리먼트들의 부가적인 세부사항들은 미국 특허 출원 공개 번호 제 2014/0058266호로서 공개된 본 출원인의 공동 계류중인 미국 특허 출원 제 13/971,689호에 설명되고, 그 전체는 본원에 인용에 의해 통합된다.

[0080] [0085] 송신 제어 서브시스템은 일반적으로 송신된 초음파 펄스들의 형상, 타이밍, 주파수 또는 다른 특징들을 결정하기 위한 제어 전자장치를 포함할 수 있다. 프로브 서브시스템은 초음파 에너지를 이미징될 매체에 송신하고 그리고 매체 내에서부터의, 송신된 에너지의 에코들을 수신하도록 구성된 임의의 프로브를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 송신 및 수신 기능들은 물리적으로, 전자적으로, 및/또는 논리적으로 별개의 디바이스들로 분할될 수 있고, 그리고 일부 경우들에서, 수신 프로브는 반사된 에너지에 더하여 직접-송신된 에너지를 수신할 수 있다. 일부 경우들에서, 도 4의 이미징 시스템(200)의 하나 또는 그 초과개의 엘리먼트들은 생략될 수 있다.

[0081] [0086] 수신 서브시스템(210)은 일반적으로 복수의 별개의 채널들(예컨대, 일부 실시예들에서, 수신 트랜스듀서 엘리먼트당 하나의 채널)을 포함할 수 있고, 각각의 채널은 프로브 서브시스템의 수신 트랜스듀서 엘리먼트들로부터의 아날로그 신호들의 다양한 증폭, 필터링 및 다른 핸들링을 수행하도록 구성된 AFE(Analog Front End)(212)를 가진다. AFE는 수신된 아날로그 신호들을 디지털 신호들로 변환하도록 구성될 수 있는 아날로그-디지털 변환 디바이스/시스템(ADC)(214)에 연결될 수 있다. 그런 디지털 신호들은 아래에서 설명된 바와 같이 디지털 메모리 디바이스, 이를테면 로우 데이터 메모리 디바이스(220)에 저장될 수 있고, 및/또는 선택적으로 이미지 생성 서브시스템(230)의 엘리먼트들에 직접(250) 송신될 수 있다.

[0082] [0087] 이미지 생성 서브시스템(230)은 빔형성기 블록(232)을 포함할 수 있고 일부 경우들에서, 또한 이미지-계

층 조합 블록(234) 및/또는 다른 프로세싱 블록들을 포함할 수 있다. 이미지 생성 서브시스템(230)은 일반적으로 수신 서브-시스템(210) 또는 로우 데이터 메모리(220)로부터 수신된 디지털 로우 에코 데이터를 일련의 디스플레이가능 이미지들로 변환하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 이미지 생성 서브시스템(230)에 의해 생성된 디스플레이가능 이미지들은 이미지 버퍼 스토리지 디바이스(236)에 저장될 수 있다. 비디오/이미지 디스플레이 서브시스템(240)은 이미지 생성 서브시스템(230)으로부터의 일련의 디스플레이가능 이미지들을, 출력 디스플레이 디바이스(244) 상에 디스플레이될 수 있는 아날로그 또는 디지털 비디오 스트림으로 변환하도록 구성된 컴포넌트들, 이를테면 비디오 프로세서 블록(242)을 포함할 수 있다. 비디오/이미지 디스플레이 서브시스템(240)은 또한 상이한 시간 및/또는 상이한 위치에서 디스플레이하기 위해 비디오 스트림들을 저장하도록 구성된 아날로그 또는 디지털 메모리 디바이스를 포함할 수 있다. 이미지 생성 서브시스템은 또한 빔형성된 및 프로세싱된 디지털 비디오 파일들을 저장하도록 구성된 비디오 메모리 디바이스(246)를 포함할 수 있다.

[0083] [0088] 본원에서 설명된 디지털 스토리지 디바이스들 중 임의의 것, 이를테면 로우 데이터 메모리 디바이스들, 비디오 메모리 디바이스들, 이미지 메모리 디바이스들, 데이터 웨어하우스들 및 다른 것들은 임의의 수의 임의의 적당한 비-휘발성 디지털 메모리 디바이스 또는 이들의 조합들을 포함할 수 있다. 디지털 스토리지 디바이스들의 예들은 하드 디스크 구동부들, 고체 상태 디스크 구동부들, 플래시 메모리 디바이스들, 다른 고체 상태 제거가능 비-휘발성 스토리지 디바이스들, 이를테면 SD 카드들 또는 USB 플래시 메모리 디바이스들, 광학 스토리지 디바이스들, 이를테면 CD들, DVD들, 또는 블루-레이, 자기 테이프, 또는 임의의 비-휘발성 디지털 메모리 디바이스를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 아날로그 스토리지 디바이스들은 또한 데이터 스토리지를 위해 사용될 수 있다.

[0084] [0089] 본원에 사용된 바와 같이, 어구들 "에코 데이터", "로우 에코 데이터" 및 "로우 데이터"는 빔형성 전에 임의의 프로세싱 레벨에서 수신된 초음파 에코들을 설명하는 저장된 에코 정보를 지칭할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 수신된 에코 데이터는 순수 아날로그 에코 신호들 간의 다양한 스테이지들에서 완전히 프로세싱된 디지털 이미지들 또는 심지어 디지털 비디오로 저장될 수 있다. 예컨대, 로우 아날로그 신호는 아날로그 레코딩 매체, 이를테면 아날로그 자기 테이프를 사용하여 저장될 수 있다. 약간 더 높은 레벨의 프로세싱에서, 디지털 데이터는 아날로그-디지털 변환기를 통해 아날로그 신호를 통과시킨 직후 저장될 수 있다. 추가 증분 프로세싱, 이를테면 대역-통과 필터링, 보간, 다운-샘플링, 업-샘플링, 다른 필터링 등은 디지털화된 에코 데이터 상에서 수행될 수 있고, 그리고 "로우" 출력 데이터는 그런 부가적인 필터링 또는 프로세싱 단계들 후 저장될 수 있다. 그 다음으로, 그런 로우 데이터는 각각의 수신된 에코의 픽셀 위치를 결정하기 위하여 빔형성될 수 있고, 이에 의해 이미지가 형성된다. 개별적인 스틸 이미지들은 모션 비디오를 형성하기 위해 프레임들로서 조합될 수 있다. 본원에 설명된 시스템들 및 방법들의 일부 실시예들에서, 매우 적은 프로세싱을 수행한 후, 예컨대 디지털 에코 데이터의 일부 필터링 및 컨디셔닝(conditioning) 후이지만, 임의의 빔형성 또는 이미지 프로세싱을 수행하기 이전에 디지털화된 로우 에코 데이터를 저장하는 것이 바람직할 수 있다.

[0085] [0090] 비록 용어 "에코 데이터"가 일반적으로 수신 엘리먼트들에 의해 수신된 데이터를 지칭하기 위하여 본원에서 사용되지만, 용어 "에코 데이터"는 또한 반드시 반사됨이 없이 다른 송신된 에너지 신호들 또는 초음파의 직접 송신으로부터 발생하는 수신된 신호들을 디지털화함으로써 생성된 데이터를 포함하는 것으로 의도된다. 그러므로, 어구 "에코 데이터"는 일반적으로 "수신 데이터"와 동일한 의미를 가질 수 있다.

[0086] [0091] 수신된 에코 데이터에 더하여, 또한 에코 데이터의 특정 세트를 생성하는 하나 또는 그 초과와 송신된 초음파 신호들에 관한 정보를 저장하는 것이 바람직할 수 있다. 예컨대, 위에서 설명된 바와 같이 다수의 애퍼처 핑-기반 초음파 방법으로 이미징할 때, 에코들의 특정 세트를 생성한 송신된 핑에 관한 정보를 아는 것은 바람직하다. 그런 정보는 하나 또는 그 초과와 송신 엘리먼트들의 아이덴티티 및/또는 포지션뿐 아니라, 주파수, 진폭(크기), 펄스 길이(지속기간), 파형(모양), 또는 송신된 초음파 신호를 설명하는 다른 정보를 포함할 수 있다.

[0087] [0092] 송신 데이터는 본원에서 집합적으로 "TX 데이터"로서 지칭될 수 있다. 일부 실시예들에서, 그런 TX 데이터는, 로우 에코 데이터가 저장되는 동일한 로우 데이터 메모리 디바이스에 명시적으로 저장될 수 있다. 예컨대, 송신된 신호를 설명하는 TX 데이터는 송신된 신호에 의해 생성된 로우 에코 데이터의 세트 전에 헤더(header)로서 또는 상기 세트 이후에 푸터/footer)로서 저장될 수 있다. 다른 실시예들에서, TX 데이터는 빔형성 프로세스를 수행하는 임의의 시스템(예컨대, PC, 랩톱, 테블릿, 모바일 디바이스, 서버, 이미징 시스템, 또는 다른 적당히 구성된 디바이스)에 또한 액세스 가능한 별개의 메모리 디바이스에 명시적으로 저장될 수 있다. 송신 데이터가 명시적으로 저장되는 실시예들에서, 어구들 "로우 에코 데이터" 또는 "로우 데이터"는 또한 그런

명시적으로 저장된 TX 데이터를 포함할 수 있다.

- [0088] [0093] TX 데이터는 또한 묵시적으로 저장될 수 있다. 예컨대, 이미징 시스템이 일관적인 또는 알려진 시퀀스로 일관적으로 정의된 초음파 신호들(예컨대, 일관적인 진폭, 파형 모양, 주파수, 펄스 길이 등)을 송신하도록 구성되면, 그런 정보는 빔형성 프로세스 동안 가정될 수 있다. 그런 경우들에서, 에코 데이터와 연관된 필요가 있는 정보만이 송신 트랜스듀서(들)의 포지션(또는 아이덴티티)이다. 일부 실시예들에서, 그런 정보는 로우 데이터 메모리 내 로우 에코 데이터의 조직에 기반하여 묵시적으로 저장 및 추출될 수 있다.
- [0089] [0094] 예컨대, 시스템은 각각의 펄스 다음에 고정된 수의 에코 레코드들을 저장하도록 구성될 수 있다. 그런 실시예들에서, 제 1 펄스로부터의 에코들은 메모리 포지션들 0 내지 "n-1"(여기서 'n'은 각각의 펄스를 위해 저장된 레코드들의 수임)에 저장될 수 있고, 그리고 제 2 펄스로부터의 에코들은 메모리 포지션들 n 내지 2n-1에 저장될 수 있다. 다른 실시예들에서, 하나 또는 그 초과와 빈(empty) 또는 구체적으로 인코딩된 레코드들은 에코 세트들 간에 남겨질 수 있다. 일부 실시예들에서, 수신된 에코 데이터는 송신된 펄스와 수신된 에코 데이터 포인트(또는 에코들의 그룹) 간의 관계를 의미하기 위하여 다양한 메모리 인더리빙 기술들 중 임의의 것을 사용하여 저장될 수 있다. 일반적으로, 단일 수신 엘리먼트에 의해 수신된 단일 송신된 펄스로부터 발생하는 에코들 또는 다른 신호들에 대응하는 데이터 레코드들의 컬렉션은 본원에서 단일 "에코 스트링"으로서 지칭될 수 있다.
- [0090] [0095] "완전한 에코 스트링"은 수신 엘리먼트에 의해 수신된 단일 펄스로부터 발생하는 실질적으로 모든 데이터를 지칭할 수 있는 반면, "부분 스트링" 또는 "부분 에코 스트링"은 수신 엘리먼트에 의해 수신된 단일 펄스의 모든 에코들의 서브-세트를 지칭할 수 있다.
- [0091] [0096] 유사하게, "완전한 데이터 세트"는 송신된 신호들의 정의된 세트로부터 발생하는 실질적으로 모든 로우 데이터(예컨대, 에코들 또는 직접-수신된 신호들)를 지칭할 수 있다. 송신된 신호들의 세트는 송신된 펄스의 식별가능한 세트로서, 정의된 시간 기간 내에서 송신된 모든 펄스 또는 다른 신호들로서, 또는 다른 것으로서 정의될 수 있다. "부분 데이터 세트"는 송신된 신호들의 정의된 세트로부터 발생하는 모든 로우 데이터의 서브-세트를 지칭할 수 있다.
- [0092] [0097] 일부 경우들에서, 완전한 에코 스트링 또는 완전한 데이터 세트는, 일부 데이터가 바람직하지 않은 것으로 버려질 수 있기 때문에, 모든 이론적으로 이용가능한 데이터보다 적은 데이터를 포함할 수 있다. 예컨대, 펄스의 송신 다음 제 1 몇 밀리 초를 표현하는 데이터는, 원해진 데이터세트에 유효하게 기여하지 않을 수 있고 그러므로 무시될 수 있는, 실질적인 누화(cross-talk) 또는 다른 노이즈를 포함할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 결과적인 데이터세트는, 송신된 펄스(또는 펄스들의 세트)으로부터 발생하는 원해진 데이터 모두를 포함하면, 여전히 "완전한 에코 스트링" 또는 "완전한 데이터 세트"로 고려될 수 있다. 부분 에코 스트링들 또는 부분 데이터 세트들은 예컨대, 더 빠른 데이터 통신을 데이터 세트를 제한하기 위하여 완전한 에코 스트링 또는 데이터 세트로부터 레코드들의 서브-세트를 선택함으로써 또는 프로세싱 자원들을 제한함으로써 획득될 수 있다.
- [0093] [0098] 유사하게, 데이터가 일관적이고, 알려진 샘플링 레이트로 샘플링되는 것을 가정하면, 각각의 에코 데이터 포인트가 수신된 시간은 메모리 내 그 데이터 포인트의 포지션으로부터 추론될 수 있다. 일부 실시예들에서, 동일한 기술들은 또한 단일 로우 데이터 메모리 디바이스에 다수의 수신 채널들로부터의 데이터를 묵시적으로 저장 및 조직/해석하기 위하여 사용될 수 있다.
- [0094] [0099] 다른 실시예들에서, 로우 데이터 메모리 디바이스(220)에 저장된 로우 에코 데이터는, 어느 에코 신호들이 어느 수신 트랜스듀서 엘리먼트 및 어느 송신된 펄스에 대응하는지를 에코 데이터를 리트리빙하는 시스템이 결정할 수 있다면, 원하는 대로 임의의 다른 구조에 물리적으로 또는 논리적으로 위치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 공통 좌표 시스템에 관련하여 각각의 수신 트랜스듀서 엘리먼트의 정확한 물리적 위치를 설명하는 포지션 데이터는 그 동일한 엘리먼트에 의해 수신된 에코 데이터에 링크될 수 있는 정보와 함께 교정 메모리 디바이스(238)에 저장될 수 있다. 유사하게, 각각의 송신 트랜스듀서 엘리먼트의 정확한 물리적 위치를 설명하는 포지션 데이터는 그 송신 엘리먼트로부터 송신된 각각의 펄스를 설명하는 TX 데이터에 링크될 수 있는 정보와 함께 교정 메모리 디바이스(238)에 저장될 수 있다.
- [0095] [00100] 일반적으로, 각각의 트랜스듀서 엘리먼트에 관한 포지션 및/또는 성능 정보를 설명하는 교정 데이터는 빔형성 동작들을 수행하는 디바이스에 의해 전자적으로 액세스가능한 임의의 디바이스에 물리적으로 위치될 수 있다. 예컨대, 교정 데이터는 프로브 디바이스 자체에, 유선 또는 무선 연결에 의해 프로브에 연결된 이미징 시스템에, 이미징 시스템에 의해 또는 빔형성 동작들을 수행하도록 구성된 서버 또는 다른 컴퓨팅 디바이스에

의해 액세스가능한 네트워크-액세스가능 데이터베이스에 위치될 수 있다.

- [0096] [00101] 일부 실시예들에서, 교정 데이터는 또한 성능 정보를 포함할 수 있다. 성능 정보는 정보 식별 엘리먼트들을 포함할 수 있고, 정보 식별 엘리먼트들은 그들이 그 엘리먼트상에 충돌하는 예코들을 정확하게 설명하지 못하는 응답 데이터를 제공한다는 점에 손상받는다. 부정확한 정보의 성질에 따라, 손상된 엘리먼트들로부터의 데이터는 결과 이미지들에 대해 해로운 효과들을 최소화하기 위하여 무시되거나 가중될 수 있다.
- [0097] [00102] 일부 실시예들에서, 저장된 예코 데이터에 기반하여 빔형성 이미지들에 유용한 부가적인 정보는 또한 빔형성 동작들을 수행하는 디바이스에 액세스가능한 디지털 스토리지 디바이스에 저장될 수 있다. 그런 부가적인 정보의 예들은 음속 값들, 이를테면 평균 음속 값들, 경로-특정 음속 값들(예컨대, 송신 애퍼처로부터 픽셀/복셀 위치 및 그 다음 수신 애퍼처로의 레이 경로를 따른 음속), 수신-애퍼처-특정 음속 값들 등을 포함할 수 있다. 부가적인 저장된 정보는 또한 데이터-캡처 세션 동안 사용된 가중 팩터들 또는 사용자-제어가능 세팅들을 포함할 수 있다.
- [0098] [00103] 일부 실시예들에서, 로우 데이터 메모리 디바이스(220)에서 각각의 예코 스트링은 예코들을 수신한 수신 트랜스듀서 엘리먼트의 포지션을 설명하는 포지션 데이터 및 예코들을 생성하는 평을 송신한 송신 애퍼처의 하나 또는 그 초과인 송신 엘리먼트들의 포지션을 설명하는 데이터와 연관될 수 있다. 각각의 예코 스트링은 또한 송신된 평의 특징들, 이를테면 전력 레벨, 주파수, 펄스 길이/신호 모양, 방사기 효율성 등을 설명하는 TX 데이터 과 연관될 수 있다. 그런 연관들은 임의의 적당한 데이터 구조들을 사용하여 이루어질 수 있다.
- [0099] [00104] 일부 경우들에서, 로우 예코 데이터는 또한 임상의 또는 서비스 제공자로 하여금 로우 예코 데이터를 환자, 이미징 날짜/시간, 이미징 위치, 이미징 환경(주변 온도, 습도, 기압 등), 이미지 캡처 동안 사용된 이미징 시스템 세팅들, 오브젝트 표면 온도, 또는 로우 데이터를 사용하는데 유용할 수 있는 다른 정보와 연관시키게 하는 정보를 포함하는 다양한 "메타-데이터"와 연관될 수 있다. 임의의 다른 메타-데이터는 또한 로우 예코 데이터 레코드들과 연관될 수 있다.
- [0100] [00105] 로우 예코 데이터를 저장하는 것의 하나의 이득은, 정보가 추후 시간에 리트리빙, 프로세싱, 및 리뷰될 수 있고, 이는 비디오 스트림만이(예컨대, 시네 루프) 이미징 세션으로부터 저장되는 경우보다 훨씬 더 큰 정도의 제어 및 유연성을 허용한다. 예컨대, 일 실시예에서, 환자는 기술자를 방문할 수 있고 기술자는, 로우 예코 데이터가 캡처되고 저장되는 초음파 검사를 수행할 수 있다. 몇 시간들, 며칠들, 몇 주들, 또는 심지어 몇 달 후(다른 말로, 환자의 오리지널 세션의 임의의 시간 후), 훈련된 전문가, 이를테면 의사는 검사 세션 동안 생성된 데이터로부터 유도가능한 다양한 이미지들을 재-검사하기 위하여 그리고 환자를 재-검사하거나 재-이미징함이 없이 로우 데이터를 조작함으로써 새로운 이미지들(즉, 환자에 대해 이미징 세션 동안 생성되지 않은 이미지들)을 생성하기 위하여 퍼스널 컴퓨터, 랩톱, 테블릿 또는 이미징 시스템을 사용할 수 있다. 일부 실시예들에서, 저장된 데이터의 그런 재-검사는 로우 예코 데이터에 대한 액세스로만 가능한 몇몇 프로세스들을 포함할 수 있다.
- [0101] [00106] 일부 실시예들에서, 이미징 세션으로부터의 로우 데이터는 교정 팬텀(phantom)을 이미징하는 동안 캡처된 로우 예코 데이터와 함께 저장될 수 있다. 예컨대, 교정 팬텀을 이미징하는 동안 획득된 로우 예코 데이터는 라이브 빔형성 동안 이루어진 트랜스듀서 엘리먼트 포지션 가정들을 수정함으로써 이미지 세션 데이터의 추후 교정에 사용될 수 있다.
- [0102] [00107] 각각의 트랜스듀서 엘리먼트의 포지션을 설명하는 정보는 본 출원인의 종래 출원들에 설명된 바와 같은 교정 프로세스에 의해 획득될 수 있다. 그런 엘리먼트 포지션 데이터는 다른 전자장치와 함께 물리적으로 위치될 수 있거나, 원격, 네트워크-액세스가능 서버에 위치될 수 있는 교정 메모리 디바이스(220)에 저장될 수 있다. 그러나, 일부 실시예들에서, 엘리먼트-포지션 정보는 교정 동작을 수행하는 것과 로우 초음파 데이터를 캡처하는 것 사이에서 변화할 수 있다. 예컨대, 프로브는 로우 예코 데이터 캡처 세션 이전 또는 동안에 떨어졌거나, 손상되었거나 또는 그렇지 않으면 변경될 수 있다.
- [0103] [00108] 일부 실시예들에서, 저장된 로우 예코 데이터를 재-프로세싱하는 능력은, 로우 예코 데이터가 캡처된 후 프로브가 실제로 소급적으로 재-교정될 수 있고, 그리고 데이터가 업데이트된 엘리먼트 포지션 정보를 사용하여 재-빔형성될 수 있다는 것을 의미한다.
- [0104] [00109] 다른 실시예들에서, 로우 데이터 메모리 디바이스에 저장된 로우 예코 데이터는, 프로브가 실제로 교정 상태가 아닌지를 결정하기 위하여 분석될 수 있다.

[0105] 로우 데이터 캡처 디바이스들

[0106] [00110] 다양한 실시예들에서, 네트워크-기반 이미징 시스템은 수집된 로우 에코 데이터로부터 유도된 이미지들의 형성 및 디스플레이로부터 로우 에코 데이터의 수집을 디-커플링하는 장점을 제공할 수 있다. 결과적으로, 네트워크-기반 이미징 시스템의 컴포넌트들로서 동작하는 시스템들은 2개의 널리-정의된 모드들에서 동작하도록 구성될 수 있다. "라이브 이미징" 또는 "실시간 이미징" 모드에서, 시스템은 가능한 한 작은 레이턴시를 가지는 에코 데이터를 기반하여 이미지들을 프로세스 및 디스플레이하도록 구성될 수 있다. 레이턴시는, 액션(이를테면 이미징되는 오브젝트에 관련하여 프로브를 이동)이 발생할 때와 이미징 시스템이 액션의 결과를 디스플레이할 때 간의 시간 지연으로서 정의될 수 있다. 라이브-이미징 모드들의 다양한 예들은 아래에서 설명된다.

[0107] [00111] 제 2 광범위한 모드는 "고품질 데이터 캡처" 모드로서 설명될 수 있다. "고품질 데이터 캡처" 모드가 개시될 때, 네트워크-기반 이미징 시스템의 데이터 캡처 컴포넌트는 미리 결정된 시간 기간, 펄 사이클들의 수, 또는 이미지 사이클들의 수로부터 로우 에코 데이터(TX 데이터, 및 본원에서 설명된 바와 같은 다른 데이터와 함께)를 수집 및 저장할 수 있다. 고품질 데이터 캡처 모드 동안, 전체 데이터 세트는 빔형성되거나 다른 방식으로 실시간으로 프로세싱될 필요가 없다. 일부 실시예들에서, 데이터 캡처 디바이스는 로우 데이터가 캡처될 때 실시간으로 외부(예컨대, 네트워크-연결된) 스토리지 디바이스에 로우 데이터를 저장할 수 있다. 다른 실시예들에서, 이를테면 실시간 네트워크 통신 자원들이 제한될 때, 데이터 캡처 디바이스는 실시간으로 로컬 스토리지 디바이스에 로우 데이터를 저장할 수 있고, 그리고 그 후에 네트워크 자원들이 덜 제한되는 추후 시간에 캡처된 데이터를 외부(예컨대, 네트워크-연결된) 스토리지 디바이스에 전달할 수 있다. 단일 원격 데이터 스토리지 디바이스 또는 원격 데이터 스토리지 디바이스들의 콜렉션은 필요한 대로 임의의 수의 네트워크-연결된 데이터 스토리지 디바이스들을 포함할 수 있는 "데이터 웨어하우스"로서 본원에서 지칭될 수 있다.

[0108] [00112] 네트워크-기반 이미징 시스템들의 실시예들은 일반적으로 송신, 수신 및 데이터 스토리지 기능들을 수행하기 위하여 더 낮은 비용 및 제한된-성능 하드웨어를 가지는 데이터 캡처 디바이스들을 포함할 수 있다. 데이터 캡처 디바이스들은 빔형성 및 이미지 프로세싱 기능들을 수행하기 위하여 더 높은 비용 및 더 높은 성능 하드웨어 및/또는 소프트웨어를 가질 수 있는 이미지 생성 디바이스들로부터 물리적으로 디-커플링되고 상기 이미지 생성 디바이스들로부터 물리적으로 원격으로 위치될 수 있다. 네트워크-기반 이미징 시스템들의 일부 실시예들은 또한 이미지 생성 디바이스들과 네트워크-통신하고 및/또는 하나 또는 그 초과 데이터 캡처 디바이스들과 직접 통신하는 최종-사용 뷰어 단말들을 포함할 수 있다. 그런 뷰어 단말들은 캡처된 로우 데이터로부터 생성된 이미지들의 실시간 또는 시간-시프팅된 뷰잉을 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 데이터 캡처 디바이스들은 네트워크 통신들을 통해 하나 또는 그 초과 고도로 훈련된 전문가들에 의해 또는 소프트웨어 또는 인공지능 에이전트에 의해 가이드될 수 있는 상대적으로 최소로-훈련된 기술자들에 의한 동작을 위해 구성될 수 있다.

[0109] [00113] 일부 실시예들에서, 위에서 설명된 바와 같은 로우 데이터 메모리 디바이스에서 캡처되고 저장된 로우 에코 데이터는 추후 카피되거나, 포워딩되거나, 그렇지 않으면 외부(예컨대, 백업) 메모리 스토리지 디바이스에 전자적으로 통신될 수 있다. 그런 데이터 통신들은 임의의 이용 가능한 유선 또는 무선 데이터 전달 시스템, 이를테면 블루투스, IR/Infra-Red, USB, IEEE 1394 Firewire, Thunderbolt, 이더넷/인트라넷/인터넷(TCP/IP, FTP, 등) 등을 통해 발생할 수 있다.

[0110] [00114] 일부 실시예들에서, 로우 데이터는 초음파 이미징 시스템(예컨대, 초음파 발사 및 로우 에코 데이터 캡처를 위해 본래 사용된 동일한 시스템)에 다시 로딩될 수 있거나, 또는 재-프로세싱, 재-빔형성, 및 이미지 생성/뷰잉을 위하여 유사하게-구성된 초음파 이미징 시스템상에 다시 로딩될 수 있다. 다른 실시예들에서, 퍼스널 컴퓨터, 랩톱, 테블릿, 모바일 디바이스, 네트워크-연결 서버, 또는 다른 디지털 컴퓨팅 디바이스는 전용 초음파 이미징 시스템의 사용 없이 로우 에코 데이터를 이미지들로 빔형성 및/또는 프로세싱하기 위하여 소프트웨어 및/또는 하드웨어로 구성될 수 있다.

[0111] [00115] 다른 실시예들에서, 로우 에코 데이터는 임의의 다른 적당히 구성된 계산 디바이스 또는 시스템, 이를테면 테블릿 또는 스마트 폰 상의 소프트웨어에 의해 빔형성되고, 프로세싱되고 디스플레이될 수 있다. 다른 실시예들에서, 로우 에코 데이터는 이미지 데이터를 원격으로 저장 및 프로세싱할 수 있는 네트워크-액세스가능한 서버에 네트워크를 통해 업로딩될 수 있다.

[0112] [00116] 도 5는 에너지(예컨대, 초음파) 데이터 캡처 및 통신 디바이스(260) 및 원격 이미지 생성 및 디스플레이 시스템(262)으로 분할된 이미징 시스템(201)의 실시예를 예시한다. 데이터 캡처 및 통신 디바이스(260)는 통신 디바이스(264) 및 유선 또는 무선 네트워크(266)를 통해 원격 이미징 시스템(262)으로 로우 에코 데이터의

통신을 위하여 최소 하드웨어 컴포넌트들로 구성될 수 있다.

- [0113] [00117] 도 5의 데이터 캡처 디바이스(260)는 위에서 설명된 바와 같이 프로브(202), 송신 제어기(204), AFE(212) 및 ADC(214)를 포함할 수 있다. 임의의 빔형성 또는 이미지 프로세싱 컴포넌트들 대신, 데이터 캡처 디바이스(260)는 로우 에코 데이터를 네트워크(266)를 통해 원격 시스템(262)에 통신하도록 구성된 통신 디바이스(264)를 대신 포함할 수 있다. 원격 시스템(262)은 디바이스(260)에 의해 캡처된 로우 에코 데이터를 빔형성 및 프로세싱하도록 구성된 하드웨어, 펌웨어 및/또는 소프트웨어를 포함할 수 있다.
- [0114] [00118] 일부 실시예들에서, 프로브(202)는 본원에서 설명된 바와 같이 2 또는 3 차원들에서 서로 이격되고 3D 볼륨측정 초음파 데이터를 캡처하기 위해 구성되는 초음파 트랜스듀서 엘리먼트들을 가지는 초음파 프로브일 수 있다.
- [0115] [00119] 일부 실시예들에서, 통신 디바이스(264)는 로우 에코 데이터를 실시간으로 원격 시스템(262)에 스트리밍하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 데이터 캡처 디바이스(260)는 로우 에코 데이터의 단기 스토리지를 위한 내부 메모리 디바이스(220)(예컨대, 통신 버퍼로서)를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 데이터 캡처 및 통신 디바이스(260) 내의 내부 메모리 디바이스(220)는 캡처 디바이스(260) 내에 로우 에코 데이터의 장기 스토리지를 위해 구성될 수 있다. 추가 실시예들에서, 데이터 캡처 디바이스는 다양한 용도들을 위해 구성된 하나, 둘 또는 그 초과 메모리 디바이스들(220)을 포함할 수 있다.
- [0116] [00120] 예컨대, 데이터 캡처 및 통신 디바이스(260)는 실시간 데이터를 네트워크(266)를 통해 통신하기 직전에 실시간 데이터를 저장하기 위한 원형 버퍼로서 동작하도록 구성된 제 1 메모리 디바이스(220)를 포함할 수 있다. 데이터가 디바이스(260)로부터 통신된 후, 데이터는 삭제되거나 새롭게 포착된 데이터가환자에 대해 중복기재될 수 있다. 데이터 캡처 디바이스(260)는 또한 오퍼레이터로부터의 커맨드에 대한 응답으로 네트워크를 통해 통신될 로우 에코 데이터의 전체 세트에 대한 원형 버퍼로서 동작하도록 구성된 제 2 메모리 디바이스를 포함할 수 있다.
- [0117] [00121] 일부 실시예들에서, 도 5에 도시된 것과 같은 시스템(201)은, 데이터 캡처 디바이스(260)의 오퍼레이터가 디스플레이를 요구하지 않는 환경, 이를테면 데이터 캡처 세션 동안 환자 상의 정지 포지션에 배치되도록 구성된 프로브를 사용할 때 사용될 수 있다. 일부 경우들에서, 제3자(예컨대, 환자 및 데이터 캡처 디바이스 오퍼레이터에 더하여)는 데이터 캡처 디바이스(260)에 의해 획득된 로우 에코 데이터로부터 생성되고 데이터 네트워크(266)를 통해 통신되는 실시간 이미지들을 뷰잉할 수 있다. 그 다음으로, 이미지들을 리뷰하는 제3자는 이미징될 환자 또는 다른 오브젝트 상의 프로브의 배치에 관련하여 실시간 명령들을 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 그런 포지셔닝 명령들은 구두로, 이를테면 전화 또는 다른 오디오 연결을 통해 전달될 수 있다. 대안적으로, 프로브 배치 명령들은 프로브 자체 상의 표시자들에 의해 또는 외부 디바이스 이를테면 디스플레이 스크린 또는 다른 디바이스에 의해 오퍼레이터에게 통신될 수 있다.
- [0118] [00122] 예컨대, 통합된 카메라를 가진 테블릿 디바이스는 적소의 프로브(202)를 사용하여 환자 또는 다른 오브젝트의 광학 이미지를 생성하기 위하여 사용될 수 있다. 테블릿은 더 이상적인 위치로 환자(또는 다른 오브젝트) 상의 프로브의 이동 방향 및 거리를 표시하도록 구성된 애플리케이션을 포함할 수 있다. 그런 이동 명령들은 원격 이미지 생성 및 디스플레이 시스템(262)에서 이미지들을 뷰잉하는 제3자 의해 제공될 수 있다. 대안적으로, 프로브 포지셔닝 명령들은 테블릿 상의 인공 지능 애플리케이션에 의해 또는 테블릿 또는 다른 디스플레이 스크린상에 디스플레이되는 이미지상의 지향성 표시자들에 의해 오퍼레이터에게 제공될 수 있다.
- [0119] [00123] 일부 실시예들에서, 원격 이미지 생성 및 디스플레이 시스템(262)의 일부 또는 모든 엘리먼트들은 집합적으로 본원에서 "제어 표면"으로서 지칭되는 테블릿, 퍼스널 컴퓨터, 랩톱, 모바일 디바이스, 또는 그런 엘리먼트들의 조합으로 구현될 수 있다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 이미지 생성, 로우 데이터 스토리지 및 이미지 버퍼링 기능들은 제어 표면, 이를테면 사용자 인터페이스 기능들과 함께 디스플레이 및 비디오 프로세싱 기능들을 수행하도록 구성될 수 있는 핸드헬드 테블릿 디바이스와 유선 또는 무선 통신할 수 있는 컴퓨팅 디바이스에서 수행될 수 있다.
- [0120] [00124] 도 6은 제한된 기능 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310), 네트워크-기반 빔형성 및 비디오 프로세싱 디바이스(320), 및 유선 또는 무선 데이터 네트워크를 통해 서로 연결되는 하나 또는 그 초과 뷰어 단말들(330)을 포함하는 이미징 시스템(300)의 다른 예를 예시한다. 예시된 예에 도시된 바와 같이, 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)는 프로브(202), 송신 제어기(204), AFE(212), ADC(214), 로우-데이터 메모리 디바이스(220), 통신 디바이스(264), 및 디스플레이(244)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 프로브(202)는 본원에서 설명

된 바와 같이 2 또는 3 차원들에서 서로 이격되고 3D 볼륨측정 초음파 데이터를 캡처하기 위해 구성되는 초음파 트랜스듀서 엘리먼트들을 가지는 초음파 프로브일 수 있다.

- [0121] [00125] 네트워크-기반 빔형성 및 비디오 프로세싱 디바이스(320)는 로우 데이터 웨어하우스(221)를 포함하는 하나 또는 그 초과 디지털 스토리지 디바이스들, 빔형성을 수행하기 위한 하드웨어 및/또는 소프트웨어를 포함할 수 있는 이미지 생성 서브시스템(230), 이미지 계층 조합(예컨대, 위에서 설명된 바와 같은) 및 다른 이미지 생성 프로세스들을 포함할 수 있다. 빔형성 및 비디오 프로세싱 디바이스(320)는 또한 교정 메모리(238), 이미지 버퍼(236), 비디오 프로세서(242), 및 비디오 메모리(246)를 포함할 수 있다.
- [0122] [00126] 동작시, 이미징 시스템(300)은 이미징될 환자 또는 오브젝트의 라이브 실시간 이미징을 위해 사용될 수 있다. 실시간 이미징 프로세스의 예는 도 7을 참조하여 아래에 설명된다. 라이브 실시간 이미징은 초음파 펄스들(이를테면 언포커싱된 3-차원 펄스들)을 관심 지역에 송신하고 관심 지역으로부터 에코 신호들을 수신하기 위하여 프로브(202)를 사용함으로써 제한된 기능 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)를 사용하여 수행될 수 있다. 수신된 신호들 및 다른 정보(예컨대, 교정 정보, TX 데이터, 디바이스 식별자 등)는 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)로부터 네트워크(266)를 통해 빔형성 및 비디오 프로세싱 디바이스(320)에 통신될 수 있다. 빔형성 및 비디오 프로세싱 디바이스(320)는 이미지를 생성하기 위하여 에코 데이터를 빔형성할 수 있고 그리고 디바이스(310)의 디스플레이(244) 상에서 오퍼레이터에게 디스플레이하기 위하여 네트워크(266)를 통해 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)에 다시 전자적으로 통신될 수 있는 비디오 스트림을 표현하는 데이터를 생성할 수 있다.
- [0123] [00127] 도 6의 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)는 이미징될 전체 3-차원 볼륨으로 에너지를 송신하고 상기 볼륨으로부터 에너지를 수신하도록 구성된 프로브를 포함할 수 있다. 대안적으로, 도 6의 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)는 단지 단일 이미징 평면으로 초음파를 발사하고 상기 평면으로부터 에코들을 수신하도록 구성된 프로브를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 6의 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)는 생략된 빔형성 하드웨어 및 소프트웨어로 구성될 수 있다. 이것은, 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)가 비교적 더 낮은 비용으로 구성되게 하고 비교적 더 낮은 전력 수요로 컴포넌트들을 활용하게 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 몇몇 그런 저비용 데이터 캡처 및 통신 디바이스들(310)은 로컬 네트워크(이를테면 병원, 의료 센터, 이미징 센터, 또는 이미징이 수행될 수 있는 다른 설비) 내에 배치될 수 있다. 모든 그런 디바이스들은 로컬 네트워크를 통해 동일한 빔형성 및 비디오 프로세싱 디바이스(320)를 활용할 수 있다. 일부 실시예들에서, 빔형성 및 비디오 프로세싱 디바이스(320)는 몇몇 동시 라이브 이미징 세션들의 로드를 관리하기 위하여 몇몇 서버들을 포함할 수 있다.
- [0124] [00128] 네트워크-기반 이미징 시스템을 사용하여 라이브, 실시간 이미징 세션들을 수행하기 위하여, 실시간 이미지들을 형성하기 위하여 프로세싱될 로우 에코 데이터의 양을 제한하는 것이 바람직할 수 있다. 네트워크를 통해 프로세싱되고 및/또는 통신될 로우 에코 데이터의 양은 다양한 데이터 감소 방법들 중 하나 또는 그 초과를 사용함으로써 감소될 수 있다. 이 중 일부 예들이 아래에 제공된다.
- [0125] [00129] 도 5 및 도 6에 예시된 것과 같은 네트워크-기반 빔형성기의 경우에, 다양한 데이터 감소 방법들은 각각의 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)로부터 데이터 네트워크(266)를 통해 빔형성 및 비디오 프로세싱 디바이스(320)로 통신되는 데이터의 양을 감소시키기 위하여 사용될 수 있다.
- [0126] [00130] 하나의 예시적인 데이터 감소 접근법은 제한된 이미지 윈도우를 정의함으로써 이미지들로 프로세싱될 데이터 샘플들의 감소된 데이터 세트를 식별하는 것을 수반할 수 있다. 일부 실시예들에서, 네트워크를 통해 프로세싱 및/또는 통신될 로우 에코 데이터의 양은 정의된 이미지 윈도우의 이미지들을 생성하기 위하여 필요한 최소 샘플 윈도우를 결정함으로써 크게 감소될 수 있다.
- [0127] [00131] 이미지 윈도우는 특정 2-차원 평면으로서(아마도 3-차원 볼륨의 일부로서) 정의되고, 줌 레벨에 의해 한정되고, 그리고 초음파 발사된 오브젝트의 관심 지역 내에서 좌측-우측 팬(pan) 및 상-하 엘리베이션(elevation)에 의해 추가로 제한될 수 있다. 이미지 윈도우는 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)에 의해 자동으로, 디바이스의 오퍼레이터에 의해 수동으로, 또는 수동 및 자동의 조합에 의해 선택될 수 있다.
- [0128] [00132] 본원에서 사용된 바와 같이, 용어 "샘플 윈도우"는 몇몇 기준들을 충족하는 저장된 데이터 샘플들의 세트를 식별하는 샘플 인덱스 값들의 범위 또는 리스트를 지칭할 수 있다. 예컨대, 샘플 윈도우는 초음파 발사된 볼륨 내의 사이즈, 포지션 및 배향 측면에서 정의될 수 있는 2-차원 이미지 윈도우의 픽셀들에 대응하는 데이터 샘플들의 세트로서 정의될 수 있다.
- [0129] [00133] 일부 실시예들에서, 이미지 윈도우 샘플 선택에 의해 데이터 세트를 감소시키기 위한 프로세스는 (1)

이미지 윈도우를 정의하는 단계, (2) 정의된 이미지 윈도우에 대응하는 수신 데이터 샘플들을 식별하는 단계, 및 (3) 프로세싱 또는 네트워크를 통한 통신을 위해 정의된 이미지 윈도우에 대응하는 이들 샘플들만을 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0130] [00134] 일부 실시예들에서, 특정 이미지 윈도우를 생성하기 위해 필요한 로우 데이터 샘플들의 최적 세트(각각의 수신 엘리먼트에 대해 평당 가장 빠른 것 내지 가장 느린 것)는 이미지 윈도우 픽셀들의 상단 및 하단 행들에 대응하는 샘플 수들(또는 다른 샘플-식별 인덱스들)을 계산하고, 그리고 샘플들의 이들 감소된 범위들만을 원격 빔형성 및 비디오 프로세싱 디바이스(320)에 통신함으로써 결정될 수 있고; 이들 범위들 외부의 모든 로우 데이터 샘플들은 특정 이미지 윈도우를 빔형성하기 위하여 사용되지 않을 것이고, 따라서 원격 빔형성 및 비디오 프로세싱 디바이스(320)에 통신될 필요가 없다. 통상적으로, 및 선택된 줌 레벨에 따라, 각각의 수신 엘리먼트에 대해 평당 수집된 총 샘플들 중 단지 1/4 또는 더 적은 샘플들이 빔형성 프로세스 동안 사용될 수 있다. 각각의 TX-RX 쌍은 주어진 이미지 윈도우에 필요한 약간 상이한 범위의 샘플들을 생성할 수 있지만, 모든 쌍들 사이에서 변화는 모든 평들 및 수신 엘리먼트들에 걸쳐 최소 '이론' 샘플 번호/인덱스 내지 최대 '늦은' 샘플 번호/인덱스를 간단히 사용하기 위해 충분히 작을 수 있다.
- [0131] [00135] 하나의 데이터 감소 기술은 도 1을 참조하여 위에서 설명된 바와 같이, 3-차원 볼륨에 초음파를 발사함으로써 생성된 로우 데이터로부터 2-차원 이미지를 직접 빔형성하기 위한 프로세스를 사용하는 것을 포함할 수 있다. 그런 실시예들에서, 감소된 데이터 세트는 선택된 2-차원 이미지 평면에 대응하는 데이터만을 포함할 수 있지만, "완전한" 로우 데이터 세트는 전체 3-차원 볼륨으로부터 수신된 에코 데이터를 포함할 수 있다.
- [0132] [00136] 네트워크를 통해 프로세싱되거나 통신될 데이터 샘플들의 세트는 디스플레이된 비디오 스트림의 프레임 레이트를 효과적으로 감소시킴으로써 추가로 감소될 수 있다. 프레임 레이트 감소는 다수의 방식으로 수행될 수 있다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 프레임 레이트는 이미지 프레임들로 프로세싱하기 위해 선택된 평들의 에코들만을 선택함으로써 감소될 수 있다. 다른 말로, 로우 데이터 세트의 사이즈는 모든 송신된 평들 미만에 의해 생성된 데이터를 사용함으로써 감소될 수 있다. 예컨대, 모든 각각의-다른 송신된 평의 에코들만이 프로세싱을 위해 선택되면, 데이터 세트는 절반만큼 감소될 수 있다. 다른 예들에서, 선택된 데이터는 매 제 3 평, 매 제 4 평, 매 제 5 평 등으로부터 수신된 데이터로 제한될 수 있다.
- [0133] [00137] 다른 예에서, 로우 데이터는 데이터를 생성한 송신 엘리먼트들의 포지션 및/또는 아이덴티티에 기반하여 선택될 수 있다. 예컨대, 프로브가 X 송신 애퍼처들(또는 각각의 송신 애퍼처가 단지 하나의 엘리먼트를 가지는 송신 엘리먼트들)을 포함하면(송신 애퍼처들 각각은 통상적인 이미징 사이클 동안 평을 송신함), 네트워크를 통해 프로세싱되거나 통신될 데이터 세트는 송신 엘리먼트들의 X/2, X/3, X/4, X/5 등에 의해 송신되는 평들에 대응하는 에코 데이터 샘플들만을 선택함으로써 감소될 수 있다. 일부 실시예들에서, 에코 데이터가 선택된 송신 엘리먼트들은 프로브의 엘리먼트들의 포지션에 기반하여 선택될 수 있다. 예컨대, 프로브 아래의 작은 지역만이 관심이 있다면, 선택된 송신 엘리먼트들은 작은 관심 지역 위의 송신 엘리먼트들로 제한될 수 있다.
- [0134] [00138] 다른 실시예들에서, 데이터 세트는 에코 데이터를 프로세싱하거나 네트워크를 통해 통신하기 전에 에코 데이터를 미리-조합함으로써 감소될 수 있다. 예컨대, 2개의 별개의 평들에 대한 응답으로 동일한 수신 엘리먼트에 의해 수신된 수신 데이터는 코히어런트하게 서로 조합될 수 있고, 이에 의해 2개의 데이터 포인트들이 1개로 감소된다. 일부 실시예들에서, 제 1 평으로부터 발생하는 제 1 수신 엘리먼트에 의해 수신되는 제 1 에코 스트림은 제 2 평으로부터 발생하는 제 1 수신 엘리먼트에 의해 수신된 제 2 에코 스트림과 코히어런트하게 조합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 동일한 엘리먼트에 의해 수신된 2 또는 그 초과 평들의 에코들은 다른 데이터 감소 방법들을 수행하기 전에 조합될 수 있다.
- [0135] [00139] 많은 다른 방법들은, 네트워크-기반 빔형성기 및 이미지 생성 디바이스(320)를 사용하여 라이브, 실시간 이미징 세션들을 수행할 때, 전달될 로우 에코 데이터의 세트를 감소시키기 위해 사용될 수 있다. 일 예에서, A/D 변환기(214)의 실제 정밀도는 면밀하게 측정될 수 있고, 그리고 샘플링 노이즈, 변환 노이즈, 또는 양자화 에러에 가장 근접하게 대응하는 LSB(Least Significant Bit) 비트들은 전달될 데이터로부터 스트리핑되거나 제거될 수 있다. 예컨대, 비트들 0 내지 2에서 충분히 높은 통계적 에러 확률들을 가지는 16-비트 ADC에 대해, 비트들 3 내지 15 및 그에 따라서 팩(pack) 순차적 샘플들만을 통신하는 것이 충분할 수 있고, 이는 대역폭 필요들을 거의 20%만큼 감소시킨다.
- [0136] [00140] 다른 데이터 감소 방법은 대역폭 필요들의 대응하는 선형 감소와 함께, 통신되는 데이터의 프레임 레이트를 AFE(Analog Front End) 또는 다른 전자장치에 의해 지원되는 전체 프레임 레이트의 작은 부분으로 감소시키는 것을 포함할 수 있다.

- [0137] [00141] 다른 데이터 감소 방법은 네트워크(266)를 통해 감소된 데이터 샘플들의 세트를 통신하기 전에, 요건들이 지시할 때 무손실 또는 손실 압축 알고리즘을 사용하여 세트의 로우 데이터 샘플들을 압축하는 것을 포함할 수 있고, 이는 대역폭 필요들에 있어서 다른 잠재적 25% 내지 75% 또는 그 초과를 허용한다.
- [0138] [00142] 다른 데이터 감소 방법은, 데이터가 선택되는 수신 엘리먼트들의 총 수를 감소시키는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 모든 수신 엘리먼트들의 서브세트는 선택될 수 있고, 그리고 단지 이들 선택된 엘리먼트들로부터의 수신 데이터만이 네트워크를 통해 빔형성 또는 통신을 위해 선택될 수 있다. 일부 경우들에서, 수신 엘리먼트들의 서브세트는 초음파 발사된 볼륨 내에서 특정 관심 피처에 관련한 수신 엘리먼트들의 포지션에 기반하여 선택될 수 있다. 다른 경우들에서, 애퍼처에 할당된 엘리먼트들의 수는 이를테면 선택된 엘리먼트들 사이에서 일부 수신 엘리먼트들을 무시하고, 선택된 엘리먼트들로부터의 데이터만을 사용하여 감소될 수 있다.
- [0139] [00143] 다른 실시예들에서, 전체 애퍼처들은 이를테면 하나 또는 그 초과 애퍼처들로부터 데이터를 제거하면서, 감소된 데이터 세트에 포함될 일부 애퍼처들을 선택함으로써 무시될 수 있다. 일부 실시예들에서, 선택된 애퍼처들 간의 엘리먼트들의 그룹에 의해 수신된 데이터는 감소된 데이터 세트를 형성하기 위하여 데이터 세트로부터 제거될 수 있다.
- [0140] [00144] 일부 경우들에서, 몇몇 데이터 감소 기술들은 동시에 적용될 수 있고, 이는 총 통신된 데이터의 더 큰 감소들을 생성한다.
- [0141] [00145] 일부 경우들에서, 적용될 데이터 감소 레벨은 특정 이미징 애플리케이션을 위해 원해진 이미지 품질 레벨에 기반될 수 있다. 예컨대, 사용자 또는 자동화된 시스템이, 특정 이미징 애플리케이션이 고품질 실시간 이미지를 요구하는 것을 결정하면, 데이터 감소 방법들은 식별된 애플리케이션에 필요한 최소 레벨로 이미지 품질을 보존하기 위하여 이미지 품질에 대한 상기 감소 방법의 영향에 기반하여 선택될 수 있다. 다른 한편, 더 낮은 이미지 품질이 식별된 이미징 애플리케이션에 수용가능하면, 이미지 품질을 감소시키는 경향이 있을 수 있는 데이터 감소 방법들이 사용될 수 있다.
- [0142] [00146] 일부 실시예들에서, 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)는, 오퍼레이터로 하여금 이미지 윈도우를 선택하게 하고, 이미징 파라미터들을 조정하게 하고, 그리고 추후 리뷰 및 분석을 위해 로컬 및/또는 원격 스토리지에 로우 에코 데이터를 캡처하게 하는 제어들을 가지는 사용자 인터페이스를 포함할 수 있다. 로우 데이터를 캡처하는 것은 이미징의 몇 초(또는 그 초과) 동안 트랜스듀서 엘리먼트들에 의해 수신된 로우 에코 데이터를 저장하는 것을 포함할 수 있다. 캡처된 로우 데이터는 데이터 캡처 및 통신 블록(310)의 로우 데이터 메모리 디바이스(220)에 저장될 수 있고, 그리고 네트워크(266)를 통해 원격 빔형성 및 비디오 프로세싱 블록(320)에 통신되고 로우 데이터 웨어하우스(221)에 저장될 수 있다.
- [0143] [00147] 일부 경우들에서, 데이터 감소에 더하여, 다양한 프로세싱-감소 조정들은 빔형성, 이미지 계층 조합, 또는 이미지 프로세싱 방법들에 대해 이루어질 수 있다. 예컨대, 더 적은 데이터 조합(이미지 계층 조합) 단계들을 수행하는 것은 각각의 이미지 프레임을 생성하기 위하여 필요한 프로세싱의 양을 감소시킬 수 있다. 유사하게, 이미지 계층들의 코히어런트 대 인코히어런트 합산의 밸런스를 조정함으로써, 이미지 프레임을 생성하기 위한 다수의 프로세싱 사이클들은 증가되거나 감소될 수 있다. 다른 실시예들에서, 임의의 다른 프로세싱-감소 방법들은 사용될 수 있다.
- [0144] [00148] 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)에 의해 캡처되고 저장된 로우 데이터는, 위에서 설명된 기술들을 사용하여 데이터를 감소시키거나 감소시킴이 없이, 실질적으로 수신된 데이터 모두를 포함할 수 있다. 이것은 로우 데이터 세트가 제한된-기능 데이터 캡처 및 통신 디바이스(310)를 사용하여 실시간 이미징을 위하여 이용 가능할 수 있는 것보다 더 상세한 리뷰 및 분석을 위해 사용되게 한다.
- [0145] [00149] 일부 실시예들에서, 도 6의 시스템은 뷰어 단말(330), 이를테면 랩톱 컴퓨터, 데스크톱 컴퓨터, 태블릿, 스마트폰, 또는 원격 이미지 생성 시스템에 연결하도록 구성된 다른 컴퓨팅 디바이스와 조합하여 사용될 수 있다. 예컨대, 프로브(202)를 제어하는 오퍼레이터는 디스플레이(244) 대신(또는 더하여) 단말 디바이스(330) 상의 비디오 프로세싱 블록(320)에 의해 생성된 비디오 스트림을 뷰잉할 수 있다.
- [0146] [00150] 도 7은 로우 캡처 디바이스, 이를테면 본원에서 설명된 것들(예컨대, 도 5의 디바이스(260), 도 6의 디바이스(310), 도 8의 디바이스(312), 또는 임의의 다른 적당히 구성된 디바이스)에 의해 수행될 수 있는 네트워크-기반 이미징 프로세스(400)의 예를 예시한다. 다양한 실시예들에서, 도 7의 프로세스(400)의 단계들은 2 또는 그 초과 디바이스들에 의해 수행될 수 있다.

- [0147] [00151] 도 7의 프로세스(400)는 일반적으로 빔형성 동작들을 수행할 수 있고 비디오 스트림을 다시 데이터 캡처 디바이스 및/또는 인접한 디스플레이 디바이스(이를테면 랩톱, PC, 태블릿, 모바일 디바이스, 또는 다른 제어 표면)에 통신할 수 있는 원격 서버(예컨대, 도 5의 262, 도 6의 320, 또는 도 8의 322)에 제한된 데이터 세트를 통신하면서 라이브 이미징 프로세스를 수행하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 사용자 인터페이스 엘리먼트들은 데이터 캡처 디바이스에, 별개의 제어 표면 디바이스에, 또는 다른 디바이스에 제공될 수 있다.
- [0148] [00152] 도 7의 프로세스(400)는 블록(410)에서 도시된 바와 같이 이미징 프로브를 사용하여 신호들을 송신 및 수신하는 것을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 블록(410)의 동작들은 펄스-기반 다중 액세스 이미징을 참조하여 본원에 설명된 바와 같은 송신 및 수신 단계들을 포함할 수 있다. 대안적으로, 송신 및 수신 신호들은 임의의 다른 적당한 이미징 프로세스를 포함할 수 있다. 임의의 적당한 프로브 디바이스가 사용될 수 있다.
- [0149] [00153] 블록(412)에서, 프로세스(400)는 수신된 신호들을 로우 데이터 세트들로서 디지털화하고 그리고 완전한 로우 데이터 세트들을 로컬 메모리 디바이스에 저장하는 것을 포함할 수 있다. 본원에 설명된 바와 같이, 수신된 신호들을 디지털화하는 것은 임의의 적당한 AFE(analog front end), 아날로그-디지털 변환, 및/또는 다른 하드웨어 및 소프트웨어 컴포넌트들로 수행될 수 있다. 로컬 메모리 디바이스는 임의의 적당한 휘발성 또는 비휘발성 메모리 디바이스일 수 있다.
- [0150] [00154] 위에서 설명된 바와 같이, "완전한 데이터 세트"는 송신된 신호들의 정의된 세트로부터 발생하는 실질적으로 모든 로우 데이터(예컨대, 에코들 또는 직접-수신된 신호들)를 지칭할 수 있다. 송신된 신호들의 세트는 송신된 펄스들의 식별가능한 세트로서, 정의된 시간 기간 내에서 송신된 모든 펄스 또는 다른 신호들로서, 또는 다른 것으로서 정의될 수 있다. 따라서, 예컨대, 완전한 데이터 세트는 X 송신된 펄스들의 세트로부터 발생하는 모든 디지털화된 수신된 신호들을 포함할 수 있고, 여기서 X는 1 내지 1 백만 또는 그 초과(예컨대, 실제 시스템들은 프로브의 다수의 송신 엘리먼트들에 기반하여 펄스들의 세트들을 정의할 수 있음)의 임의의 수이다.
- [0151] [00155] 블록(414)에서, 프로세스(400)는 네트워크를 통한 통신을 위하여 완전한 저장된 로우 데이터 세트의 부분들을 선택하는 것을 포함할 수 있다. 데이터 세트들의 부분들을 선택하는 것은 위에서 설명된 데이터 감소 방법들 중 임의의 하나 또는 그 조합을 포함할 수 있다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 선택된 감소된 데이터 세트는 선택된 2-차원 이미지 평면에 대응하는 데이터만을 포함할 수 있지만, "완전한" 로우 데이터 세트는 전체 초음파 발사된 3-차원 볼륨으로부터 수신된 에코 데이터를 포함할 수 있다.
- [0152] [00156] 블록(416)에서, 프로세스(400)는 선택된 로우 데이터 세트 부분들을 네트워크를 통해 원격 서버에 통신하는 것을 포함할 수 있다. 본원에 설명된 바와 같이, 네트워크는 임의의 데이터 네트워크를 포함할 수 있고, 그리고 원격 서버는 임의의 적당한 서버 디바이스를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 원격 서버는 프로브로부터 몇 마일 또는 그 초과 거리에서 물리적으로 위치될 수 있지만, 다른 실시예들에서, 원격 서버는 동일한 룸 안에 위치될 수 있다. 서버는, 데이터 캡처 디바이스와 동일한 디바이스에 하우징되지 않는다는 점에서 단지 "원격"일 수 있다.
- [0153] [00157] 원격 서버는 비디오 스트림을 형성하기 위하여 조합될 수 있는 이미지들을 생성하기 위하여 수신된 정보를 프로세싱하고 로우 데이터 세트 부분들을 빔형성할 수 있다. 원격 서버에 의해 사용된 방법들은 본원에 설명된 다양한 예시적 방법들을 포함하여, 임의의 빔형성, 이미지 계층 조합, 및/또는 수신된 데이터에 적당한 다른 이미지 프로세싱 기술들을 포함할 수 있다.
- [0154] [00158] 블록(418)에서, 프로세스(400)는 비디오 스트림을 원격 서버로부터 네트워크를 통해 수신하는 것을 포함할 수 있다. 비디오 스트림은 임의의 적당한 디지털 비디오 통신 프로토콜들 또는 방법들을 사용하여 통신될 수 있다. 블록(420)에서, 수신된 비디오 스트림은 이미징 프로브의 오퍼레이터(또한 데이터 캡처 디바이스를 동작시킬 수 있음)에게 디스플레이될 수 있다.
- [0155] [00159] 블록(422)에서, 프로세스(400)는 본원에 설명된 바와 같은 "고품질 데이터 캡처 모드"를 개시하기 위한 사용자 커맨드에 대한 응답으로, 완전한 로우 데이터 세트를 네트워크를 통해 원격 데이터 스토리지 디바이스에 통신하는 것을 포함할 수 있다. 위의 다양한 예들에서 설명된 바와 같이, 원격 데이터 스토리지 디바이스는 빔형성 및 이미지 프로세싱을 수행하기 위하여 사용된 동일한 원격 서버와 일체형이거나 분리될 수 있다. 완전한 로우 데이터 세트를 통신하기 위해 사용된 네트워크는 선택된 로우 데이터 세트 부분들을 통신하기 위하여 사용된 것과 동일한 네트워크 또는 상이한 네트워크일 수 있다. 다양한 실시예들에서, 완전한 데이터 세트는 원격 데이터 스토리지 디바이스로부터 리트리빙되고, 빔형성되고, 거의 실시간(예컨대, 그것이 원격 데이터 스토리지

디바이스에 수신되는 초 또는 몇 밀리 초 내)으로 또는 임의의 더 긴 시간 지연으로 이미지들로 프로세싱될 수 있다.

- [0156] [00160] 다양한 실시예들에서, 각각의 뷰어 단말(330)은 이미징 파라미터들을 독립적으로 제어하도록 구성된 독립적인 사용자 인터페이스 제어부들을 포함할 수 있다. 독립적으로 제어된 이미징 파라미터들은 사용자에게 디스플레이되는 이미지에 영향을 주는 사용자-제어가능 정보의 임의의 아이템들을 포함할 수 있다. 예컨대, 이미징 파라미터들은 빔형성 파라미터들, 이를테면 음속 및 이미지 윈도우 선택, 또는 비디오 프로세싱 파라미터들, 이를테면 휘도, 콘트라스트, 비디오 필터들 등을 포함할 수 있다.
- [0157] [00161] 도 8은 네트워크-기반 원격 이미지 생성 시스템(322)과 통신하는 제한된-기능 데이터 캡처 및 통신 디바이스(312)를 가지는 이미징 시스템(302)의 대안적인 구성의 예를 예시한다. 데이터 캡처 및 통신 디바이스(312)는 디바이스로 하여금 일부 또는 모든 빔형성 및 이미지 생성 동작들을 로컬적으로 수행하게 하고 제한된-품질(및/또는 더 낮은 프레임 레이트) 실시간 이미지를 오퍼레이터에게 디스플레이하게 하기 위한 하드웨어 및 소프트웨어 엘리먼트들을 선택적으로 포함할 수 있다. 데이터 캡처 및 통신 디바이스(312)는 또한 실시간 및/또는 시간-시프트된 조작을 위해 그리고 뷰어 단말(330)을 사용하여 하나 또는 그 초과와 원격 전문가들(예컨대, 의사들, 초음파기사들, 또는 다른 훈련된 전문가들)에 의해 뷰잉을 위해 전체 초음파 발사된 3D 볼륨 또는 2D 평면으로부터의 최대-품질 로우 에코 데이터를 네트워크-기반 이미지 생성 시스템(322)에게 통신하도록 구성될 수 있다.
- [0158] [00162] 데이터 캡처 및 통신 디바이스(312)는 프로브(202)(예컨대, 위에서 설명된 바와 같은 3D 이미징 프로브 또는 2D 이미징 프로브), 송신 제어기(204), AFE(212), ADC(214), 로우 데이터 메모리 디바이스(220), 통신 디바이스(264), 빔형성 및 이미지 계층 조합 동작들을 수행할 수 있는 이미지 생성 블록(231), 비디오 프로세서(242), 및 디스플레이(244)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 데이터 캡처 및 통신 디바이스(312), 최대-품질 데이터가 캡처되고, 저장되고 그리고 로우 데이터 웨어하우스(221)에 통신되게 하면서, 오퍼레이터가 제한된-품질 실시간 이미지를 보게 하기 위하여 비교적 낮은 프로세싱 전력 및 낮은 전력 조건들을 가진 컴포넌트들을 포함할 수 있다.
- [0159] [00163] 도 8의 데이터 캡처 및 통신 디바이스(312)는 이미징될 전체 3-차원 볼륨의 에너지를 송신하고 수신하도록 구성된 프로브를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 이미지 생성 블록(231)은, 선택적으로 (예컨대, 오퍼레이터의 커맨드에 따라) 온-보드 로우 데이터 메모리(220)에 전체 3D 볼륨으로부터 로우 에코 데이터의 몇 초 정도를 저장하고 및/또는 3D 볼륨측정 로우 데이터를 로우 데이터 웨어하우스(221)에 통신하면서, 3-차원 초음파 발사된 볼륨 내의 단일 평면으로부터 수신된 에코들을 빔형성하도록 구성될 수 있다.
- [0160] [00164] 데이터 캡처 및 통신 디바이스(312)에 대한 하드웨어 조건들을 제한하기 위하여, 온-보드 실시간 빔형성 및 이미지 생성 및 디스플레이 하드웨어는 초음파 발사된 3D 볼륨 내의 하나 또는 그 초과와 2-차원 슬라이스들에 대한 이미지들을 생성 및 프로세싱하는 것으로 제한될 수 있다. 일부 실시예들에서, 빔형성되고 디스플레이될 2D 슬라이스(또는 슬라이스들)는 오퍼레이터에 의해 수동으로 선택될 수 있다. 다른 실시예들에서, 디스플레이된 이미지 평면들은 특정 프로브를 위해 고정될 수 있거나, 소프트웨어에 의해 자동으로 선택될 수 있다. 예컨대 고정된 평면들은 프로브 어레이의 중심에서 교차하는 한 쌍의 직교 평면들(예컨대, 도 3의 평면(150) 및 평면(150)에 직교하는 수직 평면), 및 2개의 수직 평면들에 직교하는 수평 평면을 포함할 수 있다. 고정된 평면들은 축 평면, 각막 평면, 시상 평면, 횡 평면 및 보통 해부학적 이미징에 사용되는 다른 평면을 포함할 수 있다. 이들 2 또는 그 초과와 평면들은 디스플레이(244) 상에 나란히 디스플레이될 수 있다. 대안적으로, 2, 3, 4 또는 그 초과와 사용자-선택가능(및 반드시 직교가 아님) 평면들은 또한 동시에 디스플레이될 수 있다.
- [0161] [00165] 부가적으로, 이미지 생성 블록(231)에 의해 수행될 프로세싱 양은 위에서 설명된 데이터 감소 방법들 중 임의의 것, 이를테면 평-기반 다중 애퍼처 이미징으로 달성가능할 수 있는 최대 프레임 레이트보다 실질적으로 더 낮은 프레임 레이트로 이미지들을 생성하는 것을 활용함으로써 제한될 수 있다.
- [0162] [00166] 도 8의 시스템은 또한 뷰어 단말(330), 이를테면 랩톱 컴퓨터, 데스크톱 컴퓨터, 태블릿, 스마트폰, 또는 실시간으로 또는 이미징 세션이 완료된 후 최대-품질 이미지 데이터가 오퍼레이터에 의해 뷰잉되게 하기 위하여 원격 이미지 생성 시스템에 연결하도록 구성된 다른 컴퓨팅 디바이스와 조합하여 사용될 수 있다.
- [0163] [00167] 일부 실시예들에서, 데이터 캡처 디바이스에 의해 수집된 로우 데이터의 모든 또는 상당 부분은 실시간 (또는 가능한 한 실시간에 근접함)으로 원격 이미지 생성 시스템(322)에 통신될 수 있다. 그런 실시예들에서,

하나 또는 그 초과 의 원격 사용자들은 네트워크-연결 뷰어 단말(330)을 통해 이미징 세션의 거의 실시간 이미지들을 뷰잉할 수 있다.

[0164] [00168] 원격 이미지 생성 시스템(322)은 고정 메모리 디바이스(238), 로우 데이터 웨어하우스(221), 및 이미지 프로세싱 서버(324)를 포함할 수 있다. 이미지 프로세싱 서버는 본원에 설명된 서브-프로세스들 중 임의의 것, 이를테면 빔형성, 이미지 계층 조합, 이미지 프로세스, 비디오 프로세싱 등을 수행하기에 적당한 하드웨어 및 소프트웨어 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 이미지 프로세싱 서버(324)는 또한 식별된 이미징 세션 동안 뷰어 단말 또는 데이터 캡처 및 통신 디바이스(312)를 동작시키는 사용자로부터의 요청에 기반하여 로우 데이터 웨어하우스로부터 로우 데이터를 그리고 고정 메모리로부터 대응하는 고정 데이터를 리트리브하도록 구성될 수 있다.

[0165] [00169] 일부 실시예들에서, 원격 사용자는 데이터 캡처 및 통신 디바이스(312)의 오퍼레이터에 의해 뷰잉되는 이미지 윈도우(있다면)에 완전히 무관한 하나 또는 그 초과 의 이미지 윈도우들을 선택할 수 있다. 유사하게, 원격 사용자는 필수적으로 오퍼레이터에게 디스플레이되는 이미지를 변경함이 없이 데이터 캡처 및 통신 디바이스들(312)의 오퍼레이터에 의해 사용된 세팅들에 무관하게 빔형성 및 이미지 생성 파라미터들을 조정할 수 있다. 원격 뷰어 사용자에게 의해 조정될 수 있는 변수들은 음속 값들, 줌 레벨, 팬 윈도우, 가중 팩터들, 이미지 계층 조합 알고리즘 등을 포함할 수 있다.

[0166] [00170] 펑-기반 빔형성에 더하여, 빔형성기 기술은 스캔라인-기반 이미징 시스템에 임베딩하기 위해 별도로 패키징될 수 있거나 또는 서버상에 설치되고 네트워크 연결을 통해 스캔라인-기반 이미징 시스템들에 이용가능하게 될 수 있다. 일부 실시예들에서, 데이터 캡처 디바이스는 종래의 초음파(또는 다른) 이미징 프로브에 송신되고 상기 프로브로부터 수신된 전기 신호들을 인터셉트하도록 구성된 탭을 포함할 수 있다.

[0167] [00171] 도 9는 적어도 일부의 빔형성 및 이미징 프로세싱 전자장치, 이를테면 도 8을 참조하여 본원에 설명된 디바이스(312)를 포함하는 로우 데이터 캡처 디바이스에 의해 수행될 수 있는 네트워크-기반 이미징 프로세스(450)의 예를 예시한다. 다양한 실시예들에서, 도 9의 프로세스(450)의 단계들은 2 또는 그 초과 의 디바이스들에 의해 수행될 수 있다.

[0168] [00172] 도 9의 프로세스(450)는 일반적으로 제한된 데이터 세트를 빔형성 및 프로세싱하기 위하여 빌트-인 프로세서를 사용하여 라이브 이미징 프로세스를 수행하고 그리고 최대-품질 비디오 스트림이 생성될 수 있는 완전한 데이터 세트를 캡처 및 저장하면서 제한된-품질 비디오 스트림을 디스플레이하도록 구성될 수 있다. 커맨드시, 완전한 데이터 세트는 네트워크를 통해 원격 스토리지 디바이스에 통신될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 사용자 인터페이스 엘리먼트들은 데이터 캡처 디바이스에, 별개의 제어 표면 디바이스에, 또는 다른 디바이스에 제공될 수 있다.

[0169] [00173] 도 9의 프로세스(450)는 블록(452)에서 도시된 바와 같이 이미징 프로브를 사용하여 신호들을 송신 및 수신하는 것을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 블록(452)의 동작들은 펑-기반 다중 애퍼처 이미징을 참조하여 본원에 설명된 바와 같은 송신 및 수신 단계들을 포함할 수 있다. 대안적으로, 송신 및 수신 신호들은 임의의 다른 적당한 이미징 프로세스를 포함할 수 있다. 임의의 적당한 프로브 디바이스가 사용될 수 있다.

[0170] [00174] 블록(454)에서, 프로세스(450)는 수신된 신호들을 로우 데이터 세트들로서 디지털화하고 그리고 완전한 로우 데이터 세트들을 로컬 메모리 디바이스에 저장하는 것을 포함할 수 있다. 본원에 설명된 바와 같이, 수신된 신호들을 디지털화하는 것은 임의의 적당한 AFE(analog front end), 아날로그-디지털 변환, 및/또는 다른 하드웨어 및 소프트웨어 컴포넌트들로 수행될 수 있다. 로컬 메모리 디바이스는 임의의 적당한 휘발성 또는 비휘발성 메모리 디바이스일 수 있다.

[0171] [00175] 위에서 설명된 바와 같이, "완전한 데이터 세트"는 송신된 신호들의 정의된 세트로부터 발생하는 실질적으로 모든 로우 데이터(예컨대, 에코들 또는 직접-수신된 신호들)를 지칭할 수 있다. 송신된 신호들의 세트는 송신된 펄들의 식별가능한 세트로서, 정의된 시간 기간 내에서 송신된 모든 펄들 또는 다른 신호들로서, 또는 다른 것으로서 정의될 수 있다. 따라서, 예컨대, 완전한 데이터 세트는 X 송신된 펄의 세트로부터 발생하는 모든 디지털화된 수신된 신호들을 포함할 수 있고, 여기서 X는 1 내지 1 백만 또는 그 초과(예컨대, 실제 시스템들은 프로브의 다수의 송신 엘리먼트들에 기반하여 펄들의 세트들을 정의할 수 있음)의 임의의 수이다.

[0172] [00176] 블록(456)에서, 프로세스(450)는 실시간 빔형성 및 이미지 프로세싱을 위하여 완전한 저장된 로우 데이터 세트의 부분들을 선택하는 것을 포함할 수 있다. 데이터 세트들의 부분들을 선택하는 것은 위에서 설명된 데이터 감소 방법들 중 임의의 하나 또는 그 초과를 포함할 수 있다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 선택된 감소

된 데이터 세트는 선택된 2-차원 이미지 평면에 대응하는 데이터만을 포함할 수 있지만, "완전한" 로우 데이터 세트는 전체 초음파 발사된 3-차원 볼륨으로부터 수신된 에코 데이터를 포함할 수 있다.

[0173] [00177] 블록(458)에서, 선택된 로우 데이터 세트 부분들은 제한된-품질 비디오 스트림을 생성하기 위하여 프로세싱 및 빔형성될 수 있다. 데이터 캡처 및 통신 디바이스(312) 내의 이미지 프로세싱 블록(231) 및 비디오 프로세싱 블록(242)은 제한된 품질 비디오 스트림을 형성하기 위하여 조합될 수 있는 이미지들을 생성하기 위하여 선택된 로우 데이터 부분들을 빔형성 및 프로세싱할 수 있다. 이미지 프로세싱 블록(231)에 의해 사용된 방법들은 본원에 설명된 다양한 예시적 방법들을 포함하여, 임의의 빔형성, 이미지 계층 조합, 및/또는 선택된 데이터에 적당한 다른 이미지 프로세싱 기술들을 포함할 수 있다.

[0174] [00178] 블록(460)에서, 제한된 품질 비디오 스트림은 이미징 프로브의 오퍼레이터(또한 데이터 캡처 및 통신 디바이스(312)를 동작시킬 수 있음)에게 디스플레이될 수 있다.

[0175] [00179] 블록(462)에서, 프로세스(450)는 본원에 설명된 바와 같은 "고품질 데이터 캡처 모드"를 개시하기 위한 사용자 커맨드에 대한 응답으로, 완전한 로우 데이터 세트를 네트워크를 통해 원격 데이터 스토리지 디바이스에 통신하는 것을 포함할 수 있다. 위의 다양한 예들에서 설명된 바와 같이, 원격 데이터 스토리지 디바이스는 빔형성 및 이미지 프로세싱을 수행하기 위하여 사용된 동일한 원격 서버와 일체형이거나 분리될 수 있다. 완전한 로우 데이터 세트를 통신하기 위해 사용된 네트워크는 선택된 로우 데이터 세트 부분들을 통신하기 위하여 사용된 것과 동일한 네트워크 또는 상이한 네트워크일 수 있다. 다양한 실시예들에서, 완전한 데이터 세트는 원격 데이터 스토리지 디바이스로부터 리트리빙되고, 빔형성되고, 거의 실시간(예컨대, 그것이 원격 데이터 스토리지 디바이스에 수신되는 초 또는 몇 밀리 초 내)으로 또는 임의의 더 긴 시간 지연으로 이미지들로 프로세싱될 수 있다.

[0176] [00180] 리트리빙된 완전한 데이터 세트는 제한된 품질 비디오 스트림보다 더 높은 품질의 비디오 스트림을 생성하기 위하여 이미지 프로세싱 서버(324)에 의해 프로세싱될 수 있다. 리트리빙된 완전한 데이터 세트는 또한 데이터 캡처 디바이스의 오퍼레이터에 의해 실시간으로 뷰잉되는 것과 완전히 상이한 이미지들 및/또는 비디오를 생성하기 위하여 이미지 프로세싱 서버(324)에 의해 프로세싱될 수 있다.

[0177] 원격-가이드된 이미징

[0178] [00181] 일부 실시예들에서, 위에서 설명된 것들 같은 제한된-기능 데이터 캡처 및 통신 디바이스의 오퍼레이터는 더-숙련된 오퍼레이터에 의해 환자 또는 다른 오브젝트 상의 프로브를 포지셔닝하는데 원격으로 가이드 받을 수 있다. 대안적으로, 또는 게다가, 프로브-포지셔닝 가이드스(guidance)는 또한 자동화된 시스템에 의해 제공될 수 있다.

[0179] [00182] 다양한 실시예들에서, 자동화 가이드스는 원해진 타겟 오브젝트를 더 완전히 캡처하기 위하여 이미지 내의 피쳐들을 인식하기 위한 컴퓨터 도움 검출 기술들을 활용하고 프로브 이동들을 제한하는 인공 지능 시스템에 의해 제공될 수 있다. 대안적으로, 자동화 가이드스는 환자(또는 다른 오브젝트) 상에 포지셔닝된 바와 같은 프로브의 광학 이미지들을 획득함으로써 제공될 수 있다. 그런 광학 이미지들은 웹-캠 또는 다른 컴퓨터-연결된 디지털 카메라로 획득될 수 있다. 해부학적 피쳐들을 인식하도록 구성된 인공 지능 소프트웨어는 타겟 장기 또는 다른 오브젝트를 이미징하기 위하여 이상적인 포지션에 프로브를 배치하도록 사용자를 가이드하기 위하여 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 레이저 포인터 또는 다른 표시자는 프로브 이동 명령들을 오퍼레이터에게 표시하기 위하여 사용될 수 있다.

[0180] [00183] 대안적으로, 오퍼레이터는 원해진 장기 또는 다른 오브젝트를 이미징하기 위하여 프로브를 어디에 배치할지의 예시들을 가지는 환자의 마네킹 모형의 정적 또는 동적 이미지에 의해 가이드될 수 있다.

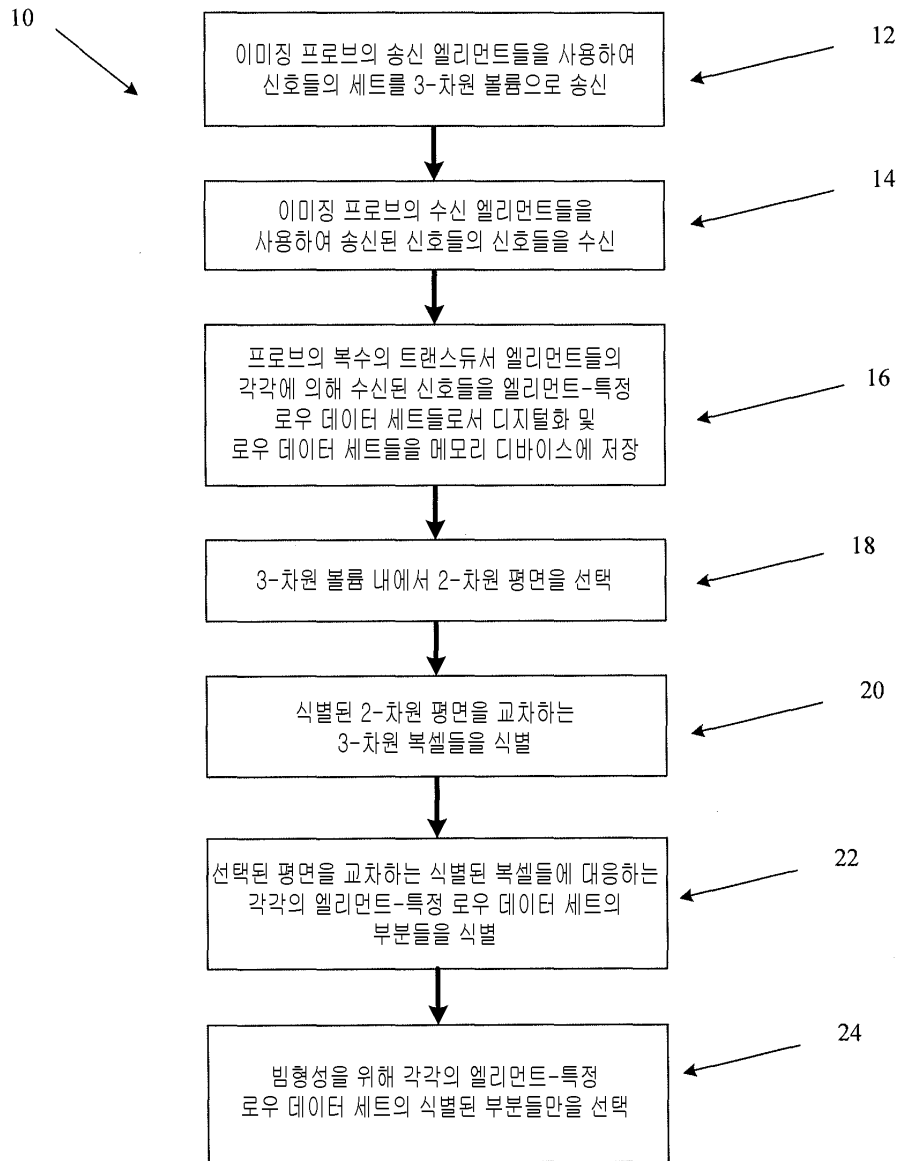
[0181] 데이터 통신들 및 스토리지

[0182] [00184] 다양한 실시예들에서, 도 5-도 8의 시스템들은 로우 에코 데이터에 더하여 정보를 네트워크-기반 스토리지 디바이스에 통신하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 시스템들은 로우 에코 데이터와 함께 다양한 주석들 및/또는 헤더 정보를 통신할 수 있다. 그런 주석/헤더 데이터는 임상의 또는 서비스 제공자가 로우 에코 데이터를 환자, 이를테면 익명의 환자 ID 번호와 연관시키게 하는 정보를 포함할 수 있다. 부가적으로, 정보는 이를테면 데이터 캡처 세션의 날짜/시간, 데이터 캡처 세션의 위치, 이미지 캡처 동안 사용된 이미징 시스템 세팅들, 프로브 식별자, 교정 데이터, 환경 데이터, 또는 빔형성에 이용가능할 수 있거나 그렇지 않으면 로우 데이터를 사용하는 다른 정보일 수 있다.

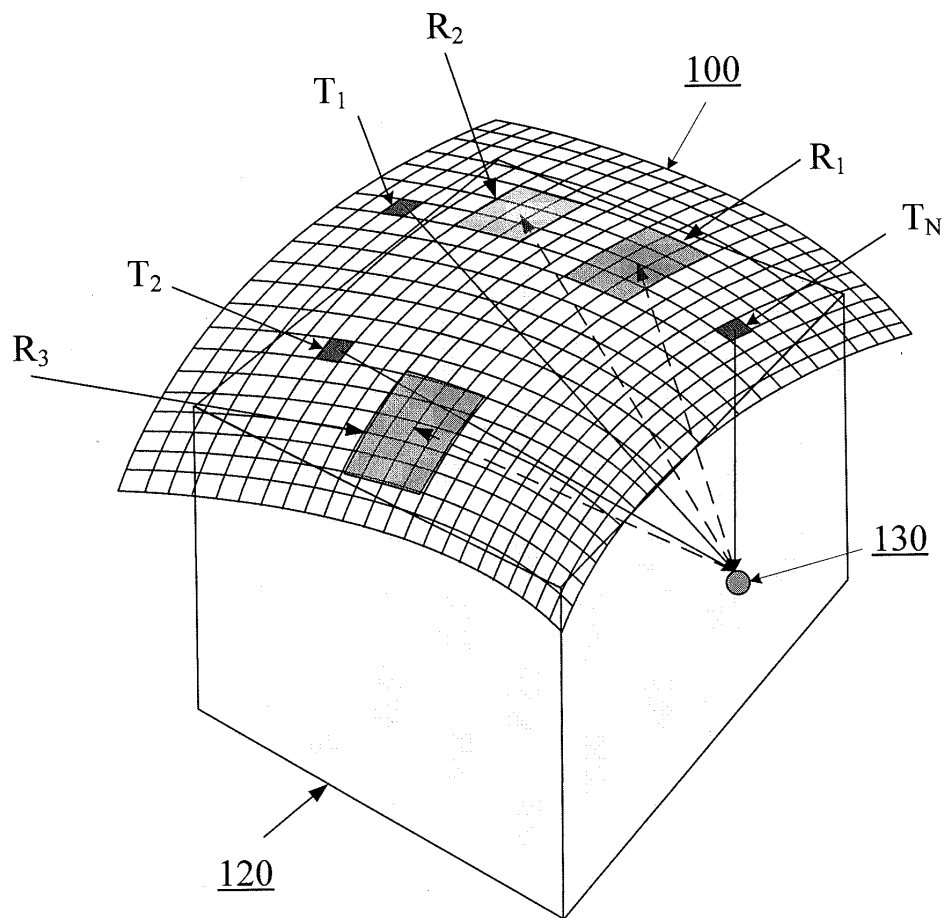
- [0183] [00185] 데이터 감소 절차들의 일부 예들이 위에서 설명된다. 이들 방법들에 더하여, 부가적인 프로세스들은 데이터 웨어하우스에 송신 전에 로우 에코 데이터를 패키지, 압축, 주석 달기 또는 그렇지 않으면 수정하기 위하여 수행될 수 있다.
- [0184] [00186] 일부 실시예들에서, 각각의 프로브는 그 자신의 하드-코딩된 GUID(globally unique identifier)가 제공될 수 있다. 현재 날짜 및 시간의 수치 표현과 조합된 GUID는 각각의 데이터 캡처 세션 동안 고유 식별자를 생성하기 위한 기초로서 사용될 수 있다. 그 다음으로, 고유 식별자는 데이터 캡처 세션으로부터의 로우 에코 데이터와 연관되고 상기 로우 에코 데이터와 함께 저장된 헤더 데이터와 연관될 수 있다. 헤더 데이터는 엘리먼트들, 이를테면: 데이터 캡처의 날짜 및 시간, 데이터 캡처의 지리적인 위치, 환자(또는 이미징될 다른 오브젝트)를 식별하는 ID 번호, 프로브의 세팅들, 라이브 이미징 동안 사용된 사용자 인터페이스 세팅들, 및 임의의 다른 환자 정보를 포함할 수 있다. 고유 식별자 및 헤더 정보는 로우 데이터 세트와 연관되고 로컬적으로 및/또는 데이터 웨어하우스에 저장될 수 있다. 저장된 정보는 무제한의 액세스들의 양을 위해 미래의 임의의 시점에 참조될 수 있다.
- [0185] [00187] 비록 이 발명이 소정의 바람직한 실시예들 및 예들의 환경에서 개시되었지만, 본 발명이 특정하게 개시된 실시예들을 넘어 다른 대안적인 실시예들로 확장되고 및/또는 본 발명 및 명백한 수정들 및 이들의 등가물들을 사용하는 것이 당업자들에 의해 이해될 것이다. 위의 실시예들에 대한 다양한 수정들은 당업자들에게 쉽게 자명할 것이고, 그리고 본원에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 사상 또는 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 따라서, 본원에 개시된 본 발명의 범위가 위에서 설명된 특정 개시된 실시예들에 의해 제한되는 것이 아니라, 뒤따르는 청구항들의 적절한 판독에 의해서만 결정되어야 하는 것이 의도된다.
- [0186] [00188] 특히, 재료들 및 제조 기술들은 당업자들의 레벨 내에 있는 것으로서 이용될 수 있다. 게다가, 단수 아이템에 대한 참조는, 복수의 동일한 아이템들이 존재하는 가능성을 포함한다. 보다 구체적으로, 본원 및 첨부된 청구항들에서 사용된 바와 같이, 단수 표현 형태들은, 콘텍스트가 명확하게 다르게 지시하지 않으면 복수의 지시 대상들을 포함한다. 또한 본원에 사용된 바와 같이, 명시적으로 다르게 언급되지 않으면, 용어 "또는"은 모든 제시된 대안들을 포괄하고, 공통으로 사용된 어구 "및/또는"과 필수적으로 동일함을 의미한다. 청구항들이 임의의 선택적인 엘리먼트를 배제하도록 작성될 수 있다는 것이 추가로 주목된다. 이와 같이, 이런 서술은 청구항 엘리먼트들의 열거와 관련하여 "오로지", "오직" 등 같은 그런 배타적인 용어의 사용, 또는 "네거티브" 제한의 사용을 위한 선행 기초로서 역할을 하도록 의도된다. 본원에서 다르게 정의되지 않으면, 본원에 사용된 모든 기술적이고 과학적인 용어들은 이 발명이 속하는 분야의 당업자에 의해 보통 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다.

도면

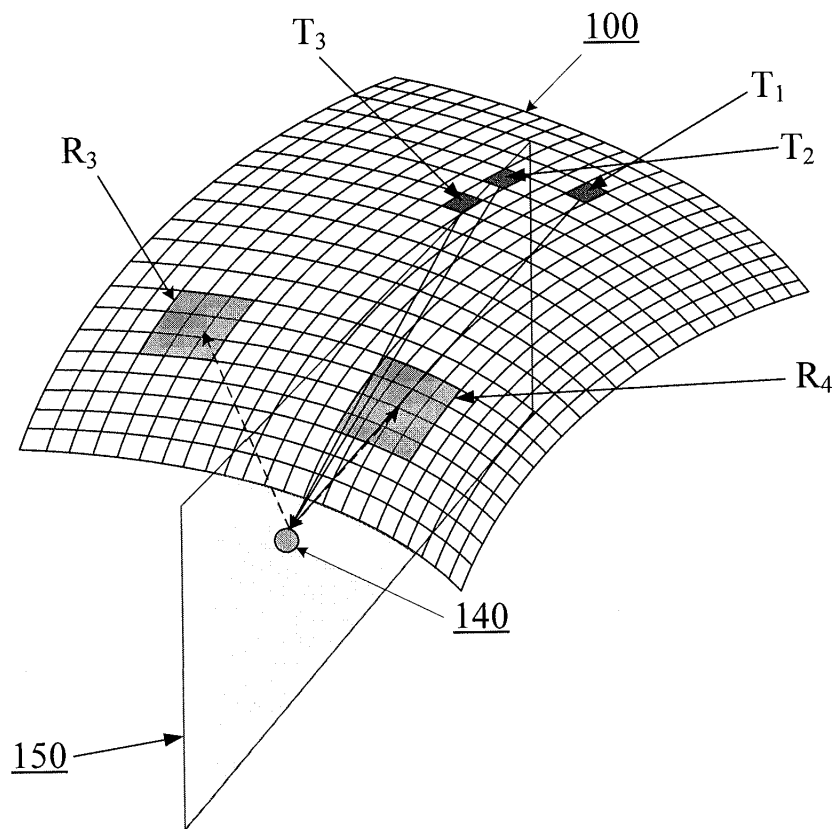
도면1



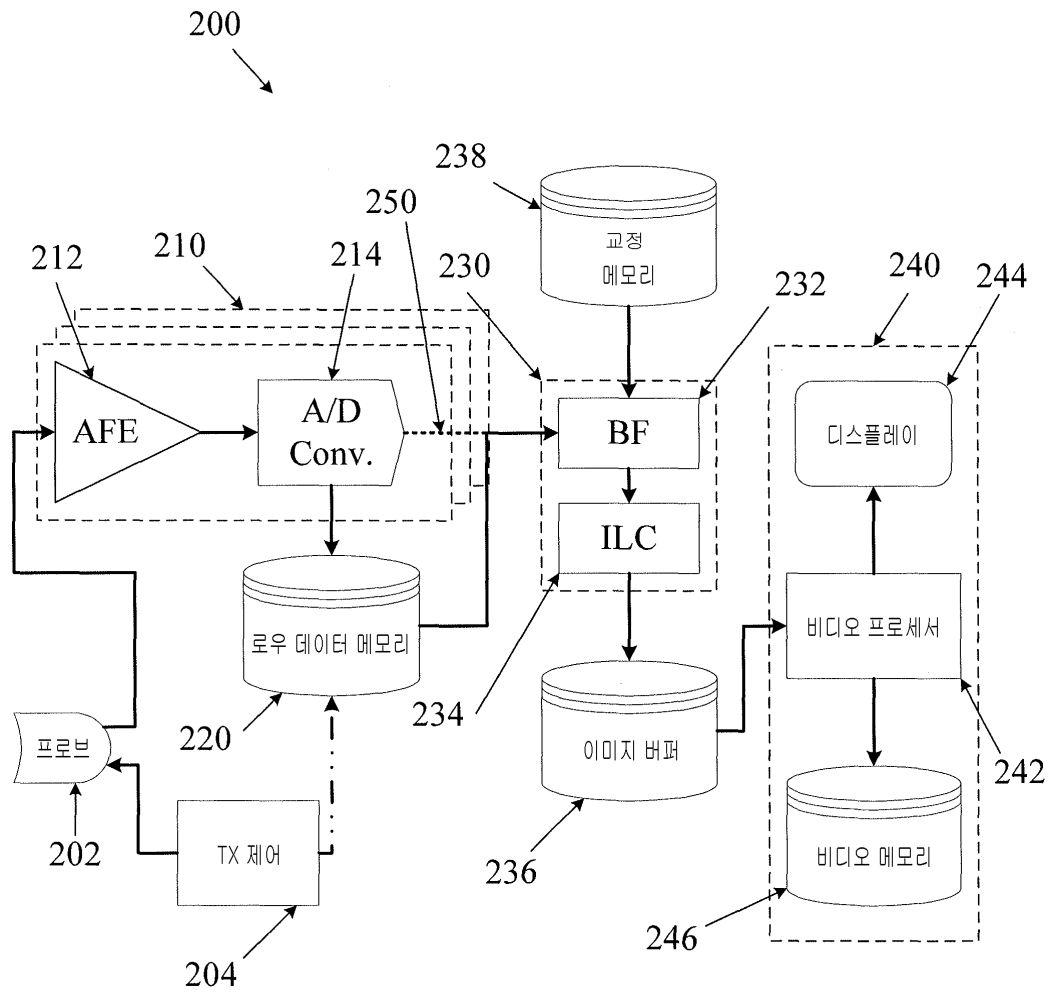
도면2



도면3

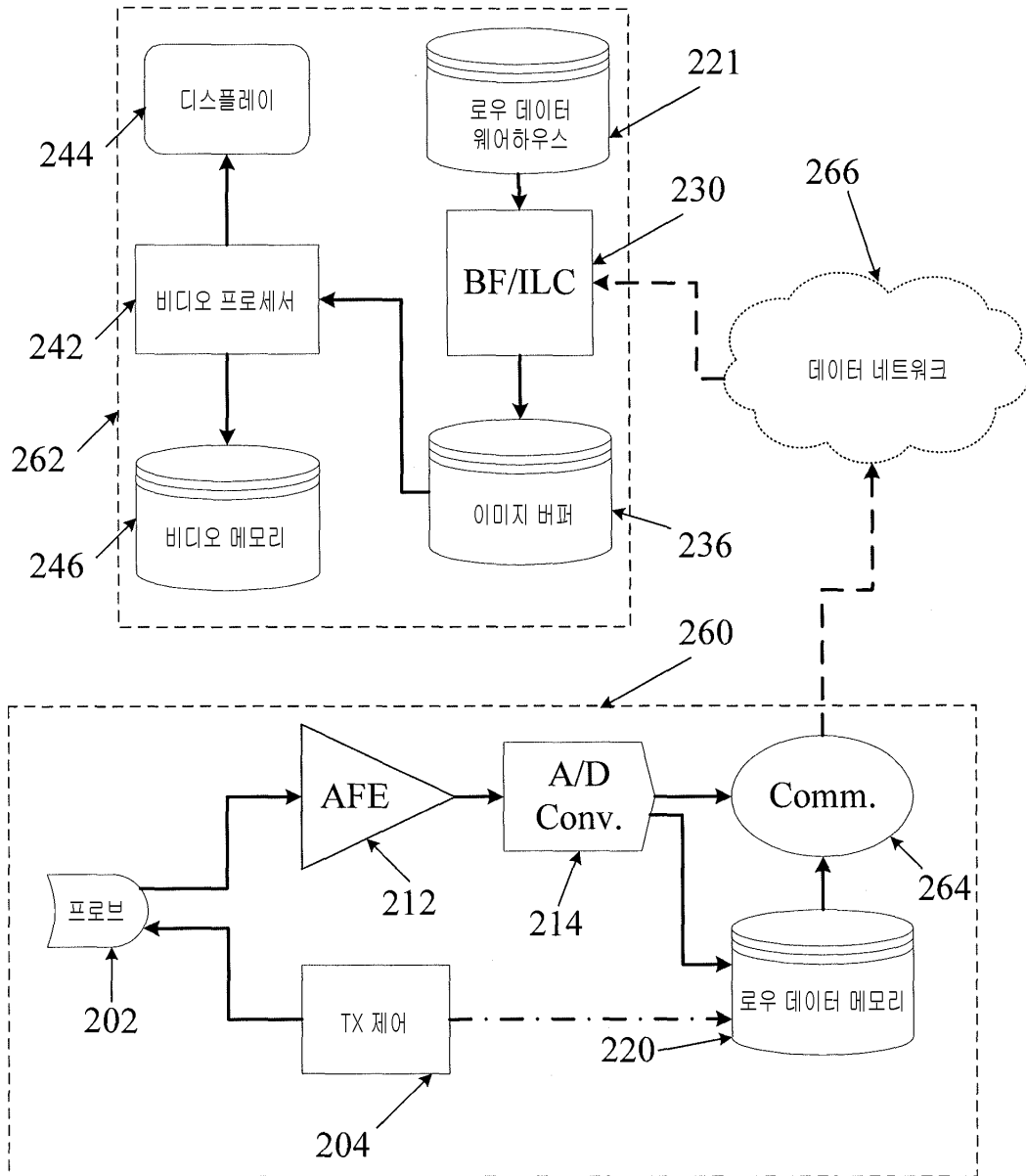


도면4

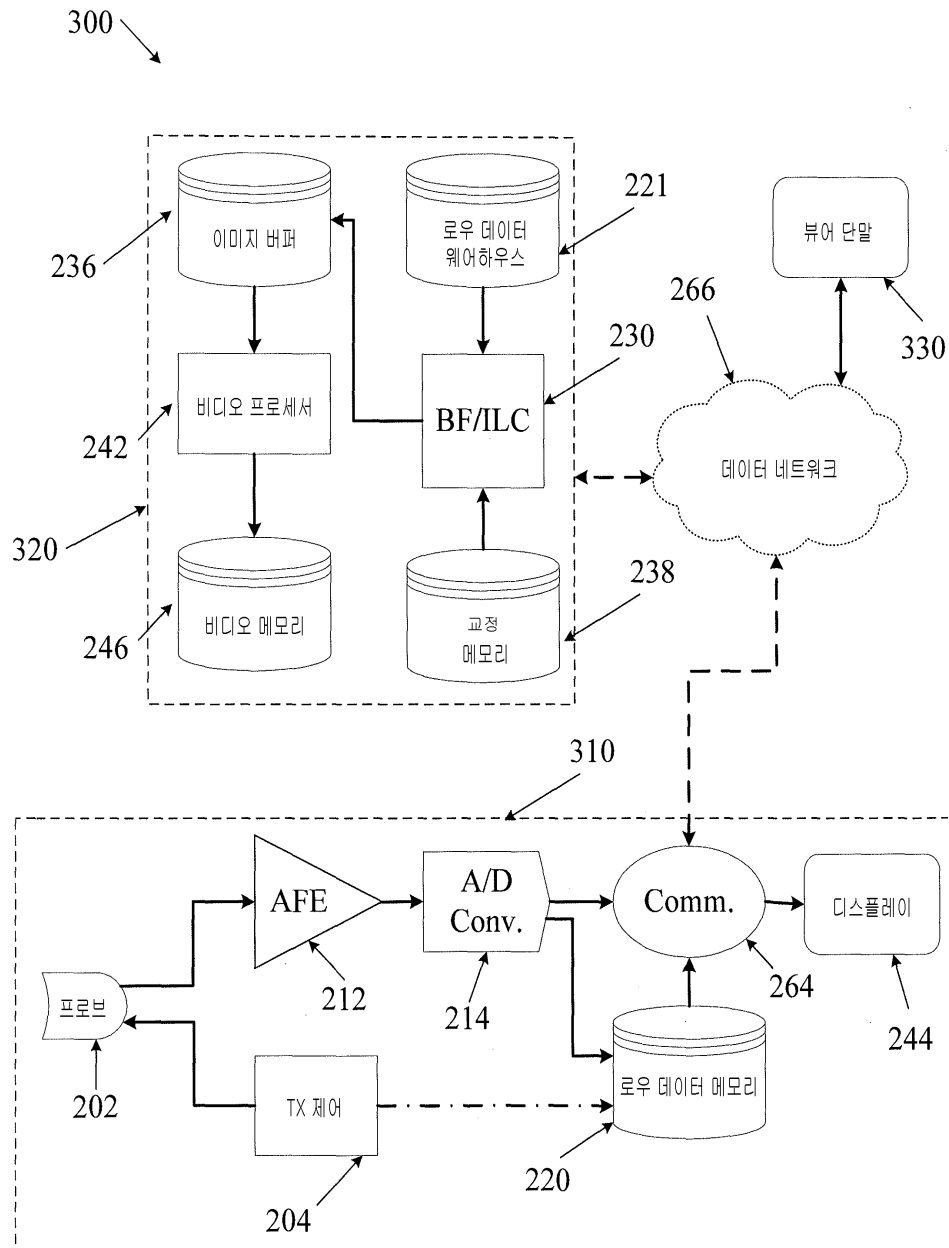


도면5

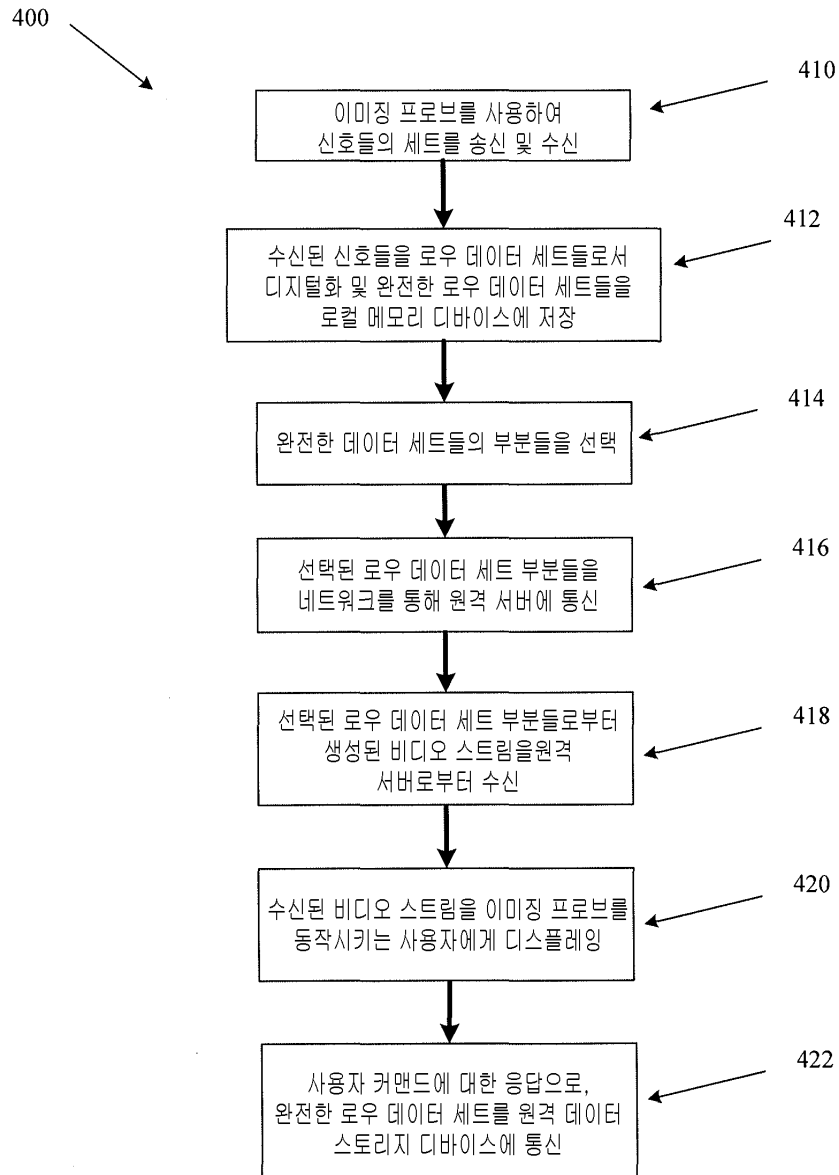
201 ↘



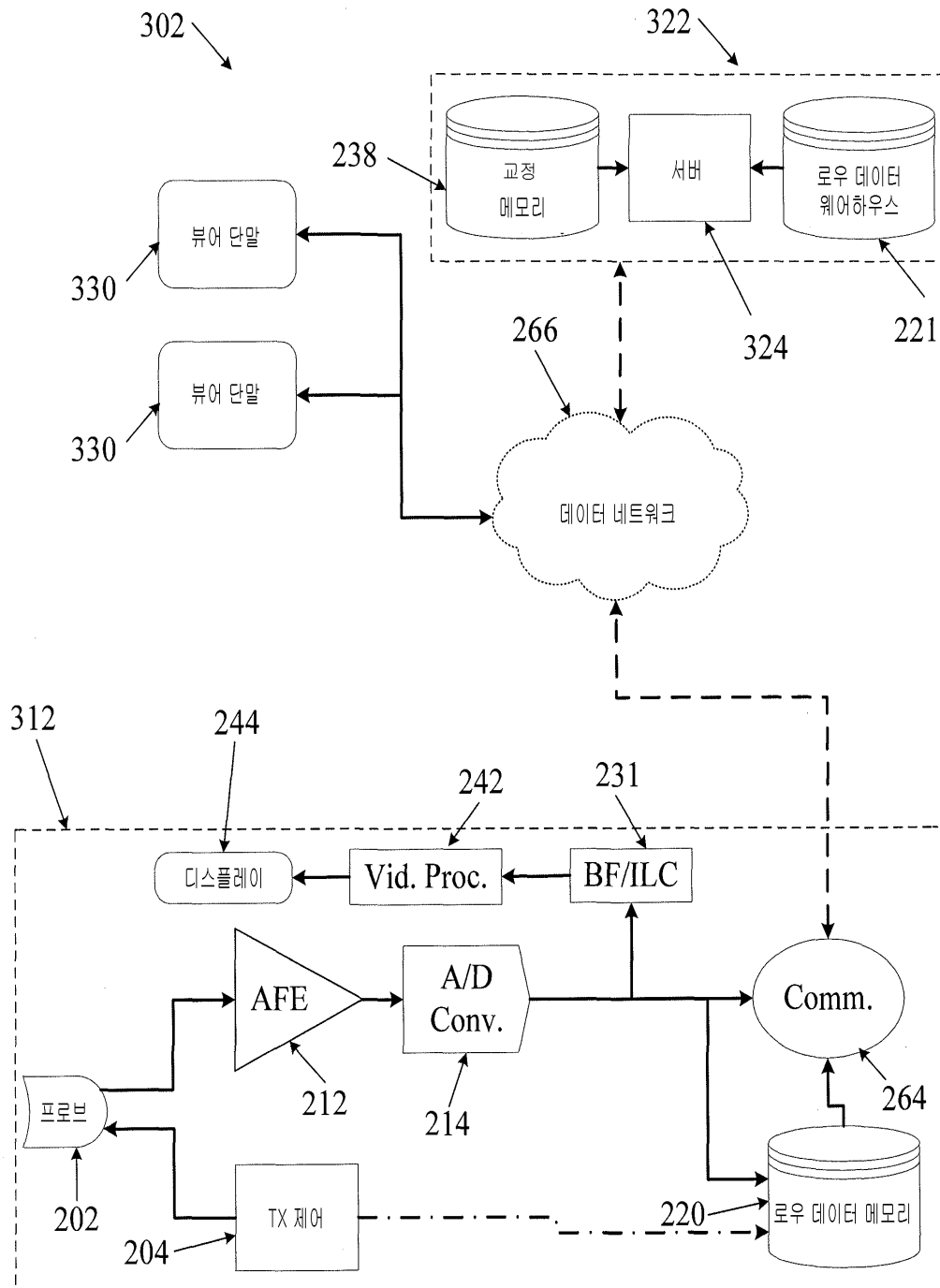
도면6



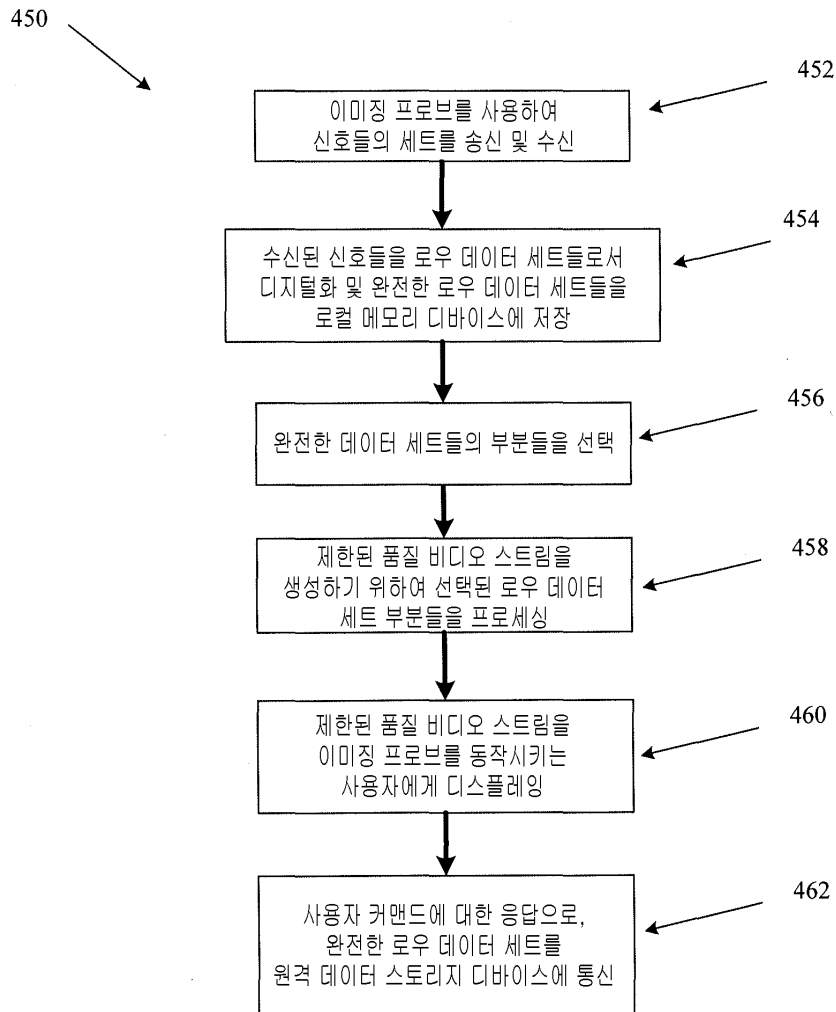
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	基于网络的超声成像系统		
公开(公告)号	KR1020170042696A	公开(公告)日	2017-04-19
申请号	KR1020177007020	申请日	2015-08-18
[标]申请(专利权)人(译)	茂伊成像股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	毛伊岛成像公司		
[标]发明人	CALL JOSEF R 칼조세프알 DAVIS HENRY SMITH DAVID SPECHT DAVID LE VIET NAM 레비엣남 MCHARDY LANG J DIGIOVANNI JOSEPH II OSBORN NATHAN W RITZI BRUCE R		
发明人	칼,조세프,알. 데이비스,헨리 스미스,데이비드 스펙트,데이비드 레,비엣,남 맥카디,랑,제이. 디지오반니,조셉,2세 오스보른,나단,더블유. 리치,브루스,알.		
IPC分类号	G01S15/89 A61B8/00 A61B8/08		
CPC分类号	G01S15/8929 A61B8/483 A61B8/5207 A61B8/523 A61B8/565 G01S15/89 G01S15/8925 A61B8/14 G01S7/52053 G01S15/8993 G06F3/14		
代理人(译)	专利法的人和别人		
优先权	62/038602 2014-08-18 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了用于基于网络的超声成像的系统和方法，其可以包括多个特征。在一些实施例中，超声成像系统使用三维未聚焦的砷实现物体并从多个接收器元件获得数字样本集。可以将数字样本集的子集电子地传送到远程服务器，其中可以对子集进行波束成形以产生一系列二维图像帧。接下来，可以将由一系列二维图像帧组成的视频流从远程服务器传递到显示设备。

